



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113013305 A

(43) 申请公布日 2021.06.22

(21) 申请号 202110301894.8

(22) 申请日 2021.03.22

(71) 申请人 中国科学院宁波材料技术与工程研究所

地址 315201 浙江省宁波市镇海区庄市大道519号

(72) 发明人 徐厚强 蒋洁安 郭炜 叶继春

(74) 专利代理机构 杭州华进联浙知识产权代理有限公司 33250

代理人 李丽华

(51) Int. Cl.

H01L 33/40 (2010.01)

H01L 33/38 (2010.01)

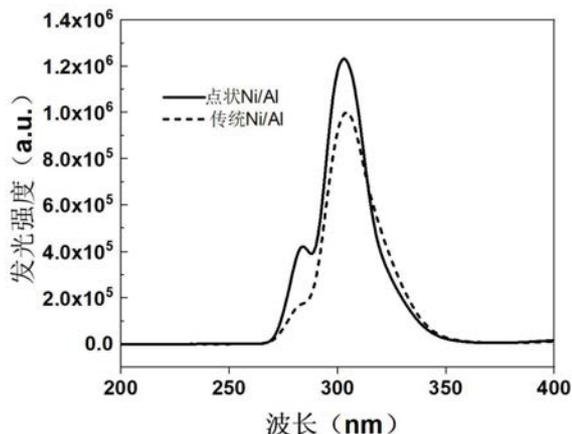
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

紫外LED高反电极及其制备方法与应用

(57) 摘要

本发明涉及光电材料与器件领域,特别是涉及一种紫外LED高反电极及其制备方法与应用。本发明通过采用功函数大于等于4.6eV的金属作为欧姆接触层,同时将金属欧姆接触层图形化,并将图形化率控制在5%~40%内,保证了电极的光学性能,且不会影响金属铝反射层与LED芯片层的欧姆接触。本发明提供的方案平衡了紫外LED高反电极对电学性能和光学性能的需求,避免现有技术中为改善光学性能需要将金属欧姆接触层做得尽可能薄带来的低良品率、较差的可控性以及器件开启电压的升高,同时在光学性能上较现有技术有明显的提升。此外,由于欧姆接触层仅部分覆盖高功函数金属,较全覆盖的现有方案减少了高功函数金属的用量,减少了生产成本。



1. 一种紫外LED高反电极,其特征在于,包括依次设置的LED芯片层、金属欧姆接触层和铝反射层;所述LED芯片层为紫外LED外延片的顶部P型掺杂层,所述金属欧姆接触层为功函数大于等于4.6eV的金属材质的图形化层,所述金属欧姆接触层的正投影面积为所述LED芯片层正投影面积的5%~40%。

2. 根据权利要求1所述的紫外LED高反电极,其特征在于,所述功函数大于等于4.6eV的金属为镍、铬、铂、钽、铍、金中的至少一种。

3. 根据权利要求2所述的紫外LED高反电极,其特征在于,所述金属欧姆接触层的厚度为5nm~50nm。

4. 根据权利要求1所述的紫外LED高反电极,其特征在于,所述铝反射层的厚度为50nm~1 μ m。

5. 根据权利要求1~4任一项所述的紫外LED高反电极,其特征在于,所述图形化层为实心圆点排布,所述实心圆点的直径为50nm~1 μ m,相邻所述实心圆点的圆心距为100nm~12 μ m。

6. 根据权利要求1~4任一项所述的紫外LED高反电极,其特征在于,所述图形化层为紧密排列的圆点状镂空网,镂空圆点的直径为100nm~10 μ m。

7. 根据权利要求1~6任一项所述的紫外LED高反电极的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在所述P型掺杂层上覆盖图形化的光刻胶,然后在P型掺杂层上未覆盖光刻胶的部分沉积功函数大于等于4.6eV的金属,沉积完成后去除光刻胶,并均匀覆盖一层金属铝作为反射层。

8. 根据权利要求1~4以及权利要求6中任一项所述的紫外LED高反电极的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在所述P型掺杂层上排布单层纳米微球,然后在相近纳米微球间的空隙、以及纳米微球与P型掺杂层的空隙中沉积功函数大于等于4.6eV的金属,沉积完成后去除纳米微球,并均匀覆盖一层金属铝作为反射层。

9. 根据权利要求8所述的制备方法,其特征在于,所述纳米微球的材质为二氧化硅、聚苯乙烯或石墨中的至少一种。

10. 根据权利要求1~4任一项所述的紫外LED高反电极的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在所述P型掺杂层上直接沉积功函数大于等于4.6eV的金属,沉积完成后在惰性气氛下进行退火,得到岛状分布的金属团簇,然后均匀覆盖一层金属铝作为反射层。

11. 根据权利要求10所述的制备方法,其特征在于,所述惰性气氛由氮气或氩气提供,所述退火温度为600 $^{\circ}$ C~1000 $^{\circ}$ C,所述退火时间为5min~60min。

12. 一种紫外LED,其特征在于,包括权利要求1~6任一项所述的紫外LED高反电极。

紫外LED高反电极及其制备方法与应用

技术领域

[0001] 本发明涉及光电材料与器件领域,特别是涉及一种紫外LED高反电极及其制备方法与应用。

背景技术

[0002] 紫外LED由于存在P型Ga_N接触层和金属电极对紫外光的强烈吸收效应,目前业内普遍采用背面出光的设计。经估算,在P型层和N型层中间的有源层(量子阱)产生的光子,约有1/3会到达N型层,其中部分顺利出射,被成功提取,另外1/3的光达到P型层,会完全被P-GaN接触层和P型电极吸收。为了和P型层形成良好的欧姆接触,降低器件开启电压,通常采用Ni/Au叠层结构作为P型电极。Ni/Au电极对于紫外光反射率较低,仅50nm厚,即可全部吸收300nm以下的深紫外光。所以,采用对紫外光有较高反射率的电极,可以将部分达到P型层的光向衬底方向反射到N型层,进而被顺利提取出器件之外,对于提高器件的外量子效率至关重要。

[0003] 金属铝在紫外光波段具有较高的反射率(约92%),但是铝的功函数仅有4.3eV,而P-GaN的功函数约6.5eV,金属铝直接和P型接触会产生较高的势垒,难以形成良好的欧姆接触,对于器件的I-V特性以及稳定性都会产生影响。现有技术中,有报道采用超薄镍做接触金属,改善接触性能,然后覆盖较厚的金属铝做反射镜,由于金属镍对紫外光的吸收,这种结构的Ni/Al电极,反射率会有所下降(约68%)。虽然能起到一定的反射作用,但是由于镍较薄,可控性较差,良率较低,且器件的开启电压很高,不适合商用。

[0004] 另外也有人报道采用金属铯作为高反电极,虽然能够和P型层形成良好的欧姆接触,但是其紫外反射率只有约68%,且金属铯熔点高达2237K,沉积难度较大。其价格昂贵,不适合大规模用于商用芯片。

[0005] 还有人报道采用金属1nm超薄镍和200nm金属镁叠层结构作为紫外LED的高反电极,虽然其反射率能达到88%,但是其工作电压比Ni/Au电极的LED高3V~5V。另外,金属镁也是一种活泼金属,很容易和空气中的氧气反应,影响器件的寿命和性能。

发明内容

[0006] 基于此,有必要提供一种对紫外光反射率高,且能与P型氮化物形成良好的欧姆接触,工作及开启电压低,具备较优电学特性和稳定性的紫外LED高反电极及其制备方法与应用。

[0007] 本发明的一个方面,提供了一种紫外LED高反电极,其包括依次设置的LED芯片层、金属欧姆接触层和铝反射层;所述基层层为紫外LED外延片的顶部P型掺杂层,所述金属欧姆接触层为功函数大于等于4.6eV的金属材质的图形化层,所述金属欧姆接触层的正投影面积为所述LED芯片层正投影面积的5%~40%。

[0008] 本发明通过采用功函数大于等于4.6eV的金属作为金属欧姆接触层,同时,将金属欧姆接触层图形化,并将金属欧姆接触层的正投影面积占LED芯片层正投影面积的百分比

控制在5%~40%内,使得未覆盖高功函金属的部分可以顺利透光,减少了高功函金属对紫外光的吸收,提高了紫外LED高反电极的光学性能,且不会影响金属铝反射层与LED芯片层的欧姆接触,保证了紫外LED高反电极的电学性能和稳定性。本发明提供的方案很好地平衡了紫外LED高反电极对电学性能和光学性能的需求,避免了现有技术中为改善光学性能需要将金属欧姆接触层做得尽可能薄带来的低良品率、较差的可控性以及器件开启电压的升高的问题,同时在光学性能上较现有技术有明显的提升,对310nm波长紫外光,利用本发明的紫外LED高反电极制备的器件的最大发光强度从现有技术的 1.0×10^6 显著上升至 1.25×10^6 ,提升比例达25%。同时,由于金属欧姆接触层仅部分覆盖高功函金属,较全覆盖的现有方案减少了高功函金属的用量,对于铂、钨、钼、金等贵金属制备的电极大大减少了生产成本,这使得本发明具备良好的商业前景。

[0009] 在其中一个实施例中,所述功函数大于等于4.6eV的金属为镍、铬、铂、钨、钼、金中的至少一种。

[0010] 在其中一个实施例中,所述金属欧姆接触层的厚度为5nm~50nm。

[0011] 在其中一个实施例中,所述铝反射层的厚度为50nm~1 μ m。

[0012] 在其中一个实施例中,所述图形化层为实心圆点排布,所述实心圆点的直径为50nm~1 μ m,相邻所述实心圆点的圆心距为100nm~12 μ m。

[0013] 在其中一个实施例中,所述图形化层为紧密排列的圆点状镂空网,镂空圆点的直径为100nm~10 μ m。

[0014] 本发明的另一方面,还提供了一种前述紫外LED高反电极的制备方法,包括以下步骤:

[0015] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在所述P型掺杂层上覆盖图形化的光刻胶,然后在P型掺杂层上未覆盖光刻胶的部分沉积功函数大于等于4.6eV的金属,沉积完成后去除光刻胶,并均匀覆盖一层金属铝作为反射层。

[0016] 本发明的又一方面,还提供了另一种前述紫外LED高反电极的制备方法,包括以下步骤:

[0017] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在所述P型掺杂层上排布单层纳米微球,然后在相近纳米微球间的空隙、以及纳米微球与P型掺杂层间的空隙中沉积功函数大于等于4.6eV的金属,沉积完成后去除纳米微球,并均匀覆盖一层金属铝作为反射层。

[0018] 在其中一个实施例中,所述纳米微球的材质为二氧化硅、聚苯乙烯或石墨中的至少一种。

[0019] 本发明还提供了第三种前述紫外LED高反电极的制备方法,包括以下步骤:

[0020] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在所述P型掺杂层上直接沉积功函数大于等于4.6eV的金属,沉积完成后在惰性气氛下进行退火,得到岛状分布的金属团簇,然后均匀覆盖一层金属铝作为反射层。

[0021] 在其中一个实施例中,所述惰性气氛由氮气或氩气提供,所述退火温度为600 $^{\circ}$ C~1000 $^{\circ}$ C,所述退火时间为5min~60min。

[0022] 本发明还提供了一种紫外LED,包括前述紫外LED高反电极。

附图说明

- [0023] 图1为实施例2制备的高反电极EL发光强度对比图；
[0024] 图2为实施例2制备过程中在外延片上留下的镍；
[0025] 图3为实施例3制备过程中退火后在外延片上留下的岛状金属团簇。

具体实施方式

[0026] 为了便于理解本发明，下面将参照相关附图对本发明进行更全面的描述。附图中给出了本发明的较佳实施例。但是，本发明可以以许多不同的形式来实现，并不限于本文所描述的实施例。相反地，提供这些实施例的目的是使对本发明的公开内容的理解更加透彻全面。

[0027] 此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在发明的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。在本发明的描述中，“若干”的含义是至少一个，例如一个，两个等，除非另有明确具体的限定。

[0028] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“和/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0029] 本发明的一个方面，提供了一种紫外LED高反电极，其包括依次设置的LED芯片层、金属欧姆接触层和铝反射层；LED芯片层为紫外LED外延片的顶部P型掺杂层，金属欧姆接触层为功函数大于等于4.6eV的金属材质的图形化层，金属欧姆接触层的正投影面积为LED芯片层正投影面积的5%~40%，优选地，金属欧姆接触层的正投影面积为LED芯片层正投影面积的10%~30%。金属欧姆接触层的正投影面积占LED芯片层正投影面积的百分比可称为图形化率，图形化率将直接影响高反电极的电学性能、光学性能以及稳定性，图形化率过低，将导致高反电极的欧姆接触变差，影响电极的电学性能及稳定性；图形化率过高，高功金属对紫外光的吸收过多，则影响高反电极的反射性能，造成最终制备的器件出光效率过低。

[0030] 本发明通过采用功函数大于等于4.6eV的金属作为金属欧姆接触层，同时，将金属欧姆接触层图形化，并将图形化率控制在5%~40%内，使得未覆盖高功金属的部分可以顺利透光，减少了高功金属对紫外光的吸收，提高了紫外LED高反电极的光学性能，且不会影响金属铝反射层与LED芯片层的欧姆接触，保证了紫外LED高反电极的电学性能和稳定性。本发明提供的方案很好地平衡了紫外LED高反电极对电学性能和光学性能的需求，避免了现有技术中为改善光学性能需要将金属欧姆接触层做得尽可能薄带来的低良品率、较差的可控性以及器件开启电压的升高，同时在光学性能上较现有技术有明显的提升，对310nm波长紫外光，利用本发明的紫外LED高反电极制备的器件的最大发光强度从现有技术的 1.0×10^6 显著上升至 1.25×10^6 ，提升比例达25%。同时，由于金属欧姆接触层仅部分覆盖高功金属，较全覆盖的现有方案减少了高功金属的用量，对于铂、钨、钼、金等贵金属制备的电极大大减少了生产成本，这使得本发明具备良好的商业前景。

[0031] 在一个具体示例中,功函数大于等于4.6eV的金属为镍、铬、铂、钯、铍、金中的至少一种。镍、铬、铂、钯、铍、金属属于高功函数金属,与P型层的接触势垒较小,可形成良好的欧姆接触,有助于改善和提升紫外LED高反电极的电学性能和稳定性。

[0032] 在一个具体示例中,金属欧姆接触层的厚度为5nm~50nm,可选地,金属欧姆接触层的厚度例如可以是5nm~45nm,又如还可以是10nm、15nm、20nm、25nm、30nm、35nm、40nm。金属欧姆接触层的厚度也是影响紫外LED高反电极对电学性能和光学性能的重要因素之一,在预设的厚度范围内,既不会造成电极对紫外光的反射率大幅下降,同时不至于形成过大的接触势垒,导致欧姆接触受影响,造成器件的开启电压过高。

[0033] 在一个具体示例中,铝反射层的厚度为50nm~1 μ m,可选地,铝反射层的厚度例如可以是100nm~950nm,又如还可以是150nm、200nm、250nm、300nm、350nm、400nm、450nm、500nm、550nm、600nm、650nm、700nm、750nm、800nm、850nm、900nm。铝反射层的厚度直接影响紫外LED高反电极对紫外光的反射率,在预设范围内,能保证高反电极的光学性能较好,同时金属沉积时间合理,工艺难度较低。

[0034] 在一个具体示例中,图形化层为实心圆点排布,实心圆点的直径为50nm~1 μ m,相邻实心圆点的圆心距为100nm~12 μ m,可选地,实心圆点的直径例如可以是100nm~900nm,又如还可以是200nm、300nm、400nm、500nm、600nm、700nm、800nm;可选地,相邻实心圆点的圆心距例如可以是300nm~11 μ m,又如还可以是600nm、800nm、1 μ m、2 μ m、3 μ m、4 μ m、5 μ m、6 μ m、7 μ m、8 μ m、9 μ m、10 μ m、11 μ m。将图形化层按照预设直径和圆心距的实心圆点进行排布加工,不仅可以使得图形化层的图形化率在预设范围内,保证高反电极基本的电学和光学特性,还使得反射层和基底层的欧姆接触更加稳定,对紫外光的反射也更加均匀,且易于加工。

[0035] 在一个具体示例中,图形化层为圆点状镂空网,镂空圆点的直径为100nm~10 μ m,可选地,镂空圆点的直径例如可以是300nm~9.6 μ m,又如还可以是600nm、900nm、1.2 μ m、1.5 μ m、1.8 μ m、2.1 μ m、2.4 μ m、2.7 μ m、3.0 μ m、3.3 μ m、3.6 μ m、3.9 μ m、4.2 μ m、4.5 μ m、4.8 μ m、5.1 μ m、5.4 μ m、5.7 μ m、6.0 μ m、6.3 μ m、6.6 μ m、6.9 μ m、7.2 μ m、7.5 μ m、7.8 μ m、8.1 μ m、8.4 μ m、8.7 μ m、9.0 μ m、9.2 μ m、9.4 μ m。将图形化层按照预设直径范围内的镂空圆点进行排布加工,制成镂空的金属欧姆接触层,不仅可以使得图形化层的图形化率在预设范围内,保证高反电极基本的电学和光学特性,还使得反射层和基底层的欧姆接触更加稳定,对紫外光的反射也更加均匀,且易于加工。

[0036] 本发明的另一方面,还提供了一种前述紫外LED高反电极的制备方法,包括以下步骤:

[0037] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上覆盖图形化的光刻胶,然后在P型掺杂层上未覆盖光刻胶的部分沉积功函数大于等于4.6eV的金属,沉积完成后去除光刻胶,并均匀覆盖一层金属铝作为反射层。

[0038] 本发明的又一方面,还提供了另一种前述紫外LED高反电极的制备方法,包括以下步骤:

[0039] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上排布单层纳米微球,然后在相近纳米微球间的空隙、以及纳米微球与P型掺杂层间的空隙中沉积功函数大于等于4.6eV的金属,沉积完成后去除纳米微球,并均匀覆盖一层金属铝作为反射层。

[0040] 在一个具体示例中,纳米微球的材质为二氧化硅、聚苯乙烯或石墨中的至少一种。

[0041] 本发明还提供了第三种前述紫外LED高反电极的制备方法,包括以下步骤:

[0042] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上直接沉积功函数大于等于4.6eV的金属,沉积完成后在惰性气氛下进行退火,得到岛状分布的金属团簇,然后均匀覆盖一层金属铝作为反射层。

[0043] 在一个具体示例中,惰性气氛由氮气或氩气提供,退火温度为600°C~1000°C,退火时间为5min~60min,优选地,退火温度为700°C~900°C,退火时间为10min~50min。合适的退火时间和退火温度使得高功函数金属退火后形成的岛状分布的金属团簇能满足图形化率的要求,且分布更加均匀,有助于提升电极的电学性能、光学性能以及稳定性。

[0044] 前述的制备方法中,沉积高功函数金属的方式可以选择热蒸发、电子束沉积或者磁控溅射;去除光刻胶或纳米微球的方法可以为使用丙酮、乙醇等有机溶剂以及超纯水进行清洗。

[0045] 本发明还提供了一种紫外LED,包括前述紫外LED高反电极。

[0046] 以下结合具体实施例和对比例对本发明做进一步详细的说明。可理解,以下实施例所用的仪器和原料较为具体,在其他具体实施例中,可不限于此。

[0047] 实施例1

[0048] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上覆盖图形化的光刻胶,然后在P型掺杂层上未覆盖光刻胶的部分用电子束沉积20nm厚的金属铂,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,以去除光刻胶,使P型掺杂层上留下呈实心圆点状分布的金属铂,圆点直径为500nm,相邻实心圆点的圆心距为4 μ m(图形化率约为10%),然后用电子束沉积1 μ m厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED铂/铝高反电极。

[0049] 实施例2

[0050] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上采用自组装的方式排布直径为5 μ m的聚苯乙烯纳米微球,然后用电子束沉积5nm厚的金属镍,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,以去除纳米微球,使P型掺杂层上留下相邻的纳米微球缝隙中的金属镍(图形化率约为20%),然后用电子束沉积300nm厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED镍/铝高反电极。

[0051] 实施例3

[0052] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,利用磁控溅射在P型掺杂层上沉积5nm厚的金属镍,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,在氮气中对样品进行退火处理,退火温度为1000°C,时间为10min,使金属镍在样品表面形成岛状分布的金属团簇(图形化率约为20%),然后用电子束沉积300nm厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED镍/铝高反电极。

[0053] 实施例4

[0054] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上覆盖图形化的光刻胶,然后在P型掺杂层上未覆盖光刻胶的部分用电子束沉积20nm厚的金属铂,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,以去除光刻胶,使P型掺杂层上留下呈实心圆点状分布的金属铂,圆点直径为1.2 μ m,相邻圆点的圆心距为7.4 μ m(图形化率约为20%),

然后用电子束沉积1 μm 厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED铂/铝高反电极。

[0055] 实施例5

[0056] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上分散排布直径为3 μm 的聚苯乙烯纳米微球,然后用电子束沉积10nm厚的金属镍,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,以去除纳米微球,使P型掺杂层上留下相邻的纳米微球缝隙中的金属镍(图形化率约为30%),然后用电子束沉积300nm厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED镍/铝高反电极。

[0057] 实施例6

[0058] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上覆盖图形化的光刻胶,然后在P型掺杂层上未覆盖光刻胶的部分用电子束沉积20nm厚的金属铂,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,以去除光刻胶,使P型掺杂层上留下呈实心圆点状分布的金属铂,圆点直径为1.78 μm ,圆心距为6.56 μm (图形化率约为40%),然后用电子束沉积1 μm 厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED铂/铝高反电极。

[0059] 实施例7

[0060] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,利用磁控溅射在P型掺杂层上沉积25nm厚的金属镍,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,在氮气中对样品进行退火处理,退火温度为1000 $^{\circ}\text{C}$,时间为5min,使金属镍在样品表面形成岛状分布的金属团簇(图形化率约为40%),然后用电子束沉积300nm厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED镍/铝高反电极。

[0061] 实施例8

[0062] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上分散排布直径为5 μm 的聚苯乙烯纳米微球,然后用电子束沉积10nm厚的金属镍,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,以去除纳米微球,使P型掺杂层上留下相邻的纳米微球缝隙中的金属镍(图形化率约为40%),然后用电子束沉积300nm厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED镍/铝高反电极。

[0063] 对比例1

[0064] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,利用磁控溅射在P型掺杂层上沉积5nm厚的金属镍,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,然后用电子束沉积300nm厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED镍/铝高反电极。

[0065] 对比例2

[0066] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,利用磁控溅射在P型掺杂层上沉积5nm厚的金属镍,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,在氮气中对样品进行退火处理,退火温度为1500 $^{\circ}\text{C}$,时间为10min,使金属镍在样品表面形成岛状分布的金属团簇(图形化率约为4%),然后用电子束沉积300nm厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED镍/铝高反电极。

[0067] 对比例3

[0068] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,利用磁控溅射在P型掺杂层上沉积25nm厚的金属镍,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,在氮气中对样品进行退火处理,退火温度为500℃,时间为5min,使金属镍在样品表面形成岛状分布的金属团簇(图形化率约为60%),然后用电子束沉积300nm厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED镍/铝高反电极。

[0069] 对比例4

[0070] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上采用自组装的方式排布直径为5 μ m的聚苯乙烯纳米微球,然后用电子束沉积1nm厚的金属镍,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,以去除纳米微球,使P型掺杂层上留下相邻的纳米微球缝隙中的金属镍(图形化率约为20%),然后用电子束沉积300nm厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED镍/铝高反电极。

[0071] 对比例5

[0072] 提供顶部外延层为P型掺杂层的紫外LED外延片,在P型掺杂层上采用自组装的方式排布直径为5 μ m的聚苯乙烯纳米微球,然后用电子束沉积100nm厚的金属镍,沉积完成后,依次用丙酮、乙醇、超纯水对样品进行清洗,以去除纳米微球,使P型掺杂层上留下相邻的纳米微球缝隙中的金属镍(图形化率约为23%),然后用电子束沉积300nm厚的金属铝,使其均匀覆盖,作为反射层,最后依次用丙酮、乙醇、超纯水再次对样品进行清洗,得到紫外LED镍/铝高反电极。

[0073] 性能测试:

[0074] 采用美国Perkin-Elmer公司型号为Lambda 950的紫外可见光分光光度计对以上样品进行光学测试。测试条件为光源从样品背面入射,并通过积分球从背面收光,得到各个样品的反射率。所得反射率均为波长在300nm处。不同方案的图形化率与反射率均列在表中。

[0075] 分别采用如上所示实施例与对比例所提供的方法在轻掺杂的P-AlGaN上进行测试,制作欧姆接触的CTL测试图形,欧姆接触I-V特性的测试仪器为Keithley-4200-SCS,测试温度为室温。

[0076] 表1各实施例及对比例的光学性能及电学性能

	图形化率	反射率	接触层厚度(nm)	接触电阻(Ω/cm^2)
[0077] 实施例 1	10%	85%	20nm Pt	7
实施例 2	20%	78%	5nm Ni	7
实施例 3	20%	76%	5nm Ni	6.8

[0078]	实施例 4	20%	73%	20 nm Pt	6.1
	实施例 5	30%	70%	10 nm Ni	6.5
	实施例 6	40%	65%	20 nm Pt	5.2
	实施例 7	40%	65%	25nm Ni	5.5
	实施例 8	40%	63%	10nm Ni	5.6
	对比例 1	100%	68%	5nm Ni	7
	对比例 2	4%	87%	5nm Ni	10
	对比例 3	60%	50%	25nm Ni	4.5
	对比例 4	20%	89%	1nm Ni	15
	对比例 5	23%	70%	100nm Ni	6.5

[0079] 本发明各实施例制得的高反电极在反射率维持在最低63%的前提下,接触电阻最高不超过 $7 \Omega / \text{cm}^2$,优选方案中,反射率最低可以维持在70%左右,很好地平衡了高反电极的光学性能和电学性能,并提供了几种不同的方式进行制备,较传统的全覆盖方案良品率更高。

[0080] 实施例2与全覆盖的传统方案对比例1相比,沉积同样厚度的金属镍层,未造成电学性能的下降,并将反射率从68%提升至78%,而且沉积方式简单,具备更高的良品率,防止了全覆盖方案中过薄的金属层难以制备均匀等原因造成的器件开启电压过高;对比例2中,由于退火温度过高,导致图形化率偏低,造成接触电阻过高;对比例3中,退火温度过低,导致图形化率偏高,反射率仅有50%;对比例4中,由于金属欧姆接触层过薄,造成电学性能大幅下降,接触电阻高达 $15 \Omega / \text{cm}^2$;对比例5中,金属欧姆接触层过厚,对电学性能较实施例2提升有限,但造成反射率较大程度的下降。

[0081] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0082] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

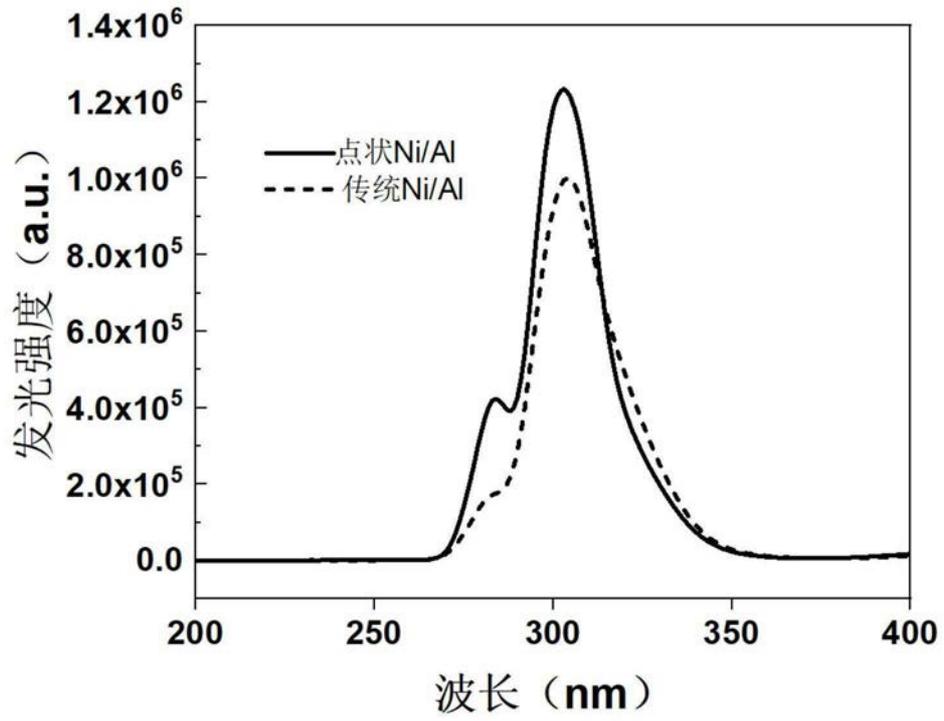


图1

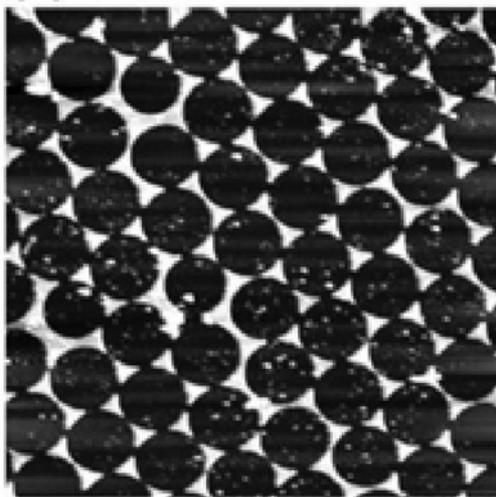


图2

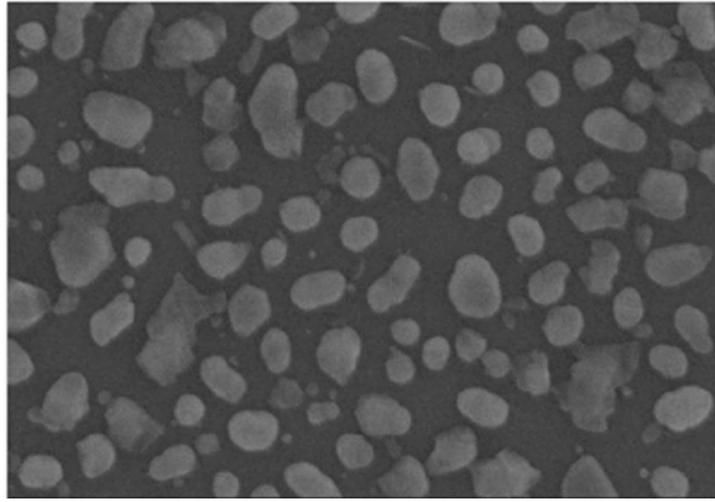


图3