



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105720142 B

(45)授权公告日 2018. 10. 09

(21)申请号 201610167493.7

H01L 33/38(2010.01)

(22)申请日 2016.03.23

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105720142 A

CN 101123290 A, 2008.02.13,

CN 101123290 A, 2008.02.13,

CN 105098015 A, 2015.11.25,

CN 102255028 A, 2011.11.23,

CN 101093866 A, 2007.12.26,

CN 101162751 A, 2008.04.16,

(43)申请公布日 2016.06.29

(73)专利权人 华灿光电股份有限公司

地址 430223 湖北省武汉市东湖新技术开发区滨湖路8号

审查员 刘辉

(72)发明人 谢鹏 尹灵峰 韩涛 王江波

(74)专利代理机构 北京三高永信知识产权代理

有限责任公司 11138

代理人 徐立

(51) Int. Cl.

H01L 33/00(2010.01)

H01L 33/36(2010.01)

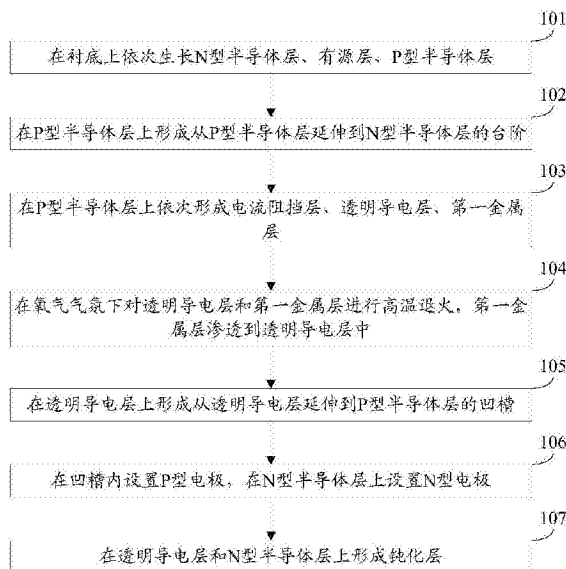
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种发光二极管芯片的制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种发光二极管芯片的制备方法,属于半导体制造领域。所述制备方法包括:在衬底上依次生长N型半导体层、有源层、P型半导体层;在P型半导体层上形成从P型半导体层延伸到N型半导体层的台阶;在P型半导体层上依次形成电流阻挡层、透明导电层、第一金属层;在氧气气氛下对透明导电层和第一金属层进行高温退火,第一金属层渗透到透明导电层中;在透明导电层上形成从透明导电层延伸到P型半导体层的凹槽;在凹槽内设置P型电极,在N型半导体层上设置N型电极;在透明导电层和N型半导体层上形成钝化层。本发明通过第一金属层渗透到透明导电层中,提高透明导电层的透光率和导电性,有效提高LED芯片的发光效率。



1. 一种发光二极管芯片的制备方法,其特征在于,所述制备方法包括:
在衬底上依次生长N型半导体层、有源层、P型半导体层;
在所述P型半导体层上形成从所述P型半导体层延伸到所述N型半导体层的台阶;
在所述P型半导体层上依次形成电流阻挡层、透明导电层、第一金属层;
在氧气气氛下对所述透明导电层和所述第一金属层进行高温退火,所述第一金属层渗透到所述透明导电层中,
在所述透明导电层和所述第一金属层进行高温退火的过程中,氧气的通入量为0.3~20sccm,高温退火的温度为550~650℃,高温退火的时间为3~8min;
在所述透明导电层上形成从所述透明导电层延伸到所述P型半导体层的凹槽;
在所述凹槽内设置P型电极,在所述N型半导体层上设置N型电极;
在所述透明导电层和所述N型半导体层上形成钝化层。
2. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,所述在所述P型半导体层上依次形成电流阻挡层、透明导电层、第一金属层,包括:
采用电子束蒸发或磁控溅射技术在透明导电层上形成第一金属层。
3. 根据权利要求1或2所述的制备方法,其特征在于,所述第一金属层的材料采用Al、Ti、Ga、Ge中的一种。
4. 根据权利要求1或2所述的制备方法,其特征在于,所述第一金属层的厚度为0.5~8nm。
5. 根据权利要求1或2所述的制备方法,其特征在于,所述在氧气气氛下对所述透明导电层和所述第一金属层进行高温退火,包括:
采用快速热退火RTA技术对所述透明导电层和所述第一金属层进行高温退火。
6. 根据权利要求1或2所述的制备方法,其特征在于,所述制备方法还包括:
在所述P型半导体层上形成第二金属层;
在所述第二金属层的遮挡下对所述P型半导体层进行粗化;
去除所述第二金属层。
7. 根据权利要求6所述的制备方法,其特征在于,所述在所述P型半导体层上形成第二金属层,包括:
在所述P型半导体层上沉积所述第二金属层;
对所述第二金属层进行退火处理,所述第二金属层成为点阵结构。
8. 根据权利要求7所述的制备方法,其特征在于,所述在所述第二金属层的遮挡下对所述P型半导体层进行粗化,包括:
在所述第二金属层的遮挡下对所述P型半导体层进行刻蚀,在所述P型半导体层上形成若干凹坑。
9. 根据权利要求6所述的制备方法,其特征在于,所述第二金属层的材料采用Ni、Au、Ag中的一种。
10. 根据权利要求6所述的制备方法,其特征在于,所述第二金属层的厚度可以为20~100nm。

一种发光二极管芯片的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造领域,特别涉及一种发光二极管芯片的制备方法。

背景技术

[0002] 随着人们生活水平的提高,环保意识的增强,对家居环境、休闲和舒适度追求的不断提高。灯具灯饰也逐渐由单纯的照明功能转向装饰和照明共存的局面,具有照明和装饰双重优势的固态冷光源发光二极管(Light Emitting Diode,简称LED)取代传统光源进入人们的日常生活成为必然之势。

[0003] GaN基LED自从20世纪90年代初商业化以来,经过二十几年的发展,其结构已趋于成熟和完善,已能够满足人们现阶段对灯具装饰的需求,但要完全取代传统光源进入照明领域,发光亮度的提高却是LED行业科研工作者永无止境的追求。

[0004] 现有的LED芯片包括衬底、以及依次层叠在衬底上的N型层、发光层、P型层,P型层上开设有从P型层延伸到N型层的凹槽,电流阻挡层、透明导电层、P型电极依次设置在P型层上,N型电极设置在N型层上。

[0005] 在实现本发明的过程中,发明人发现现有技术至少存在以下问题:

[0006] 透明导电层通常选用氧化铟锡(Indium Tin Oxides,简称ITO)实现,ITO虽然可以同时满足透光和导电的要求,但是受制于材料自身的限制,透光性能和导电性能均未达到最优,LED芯片的发光亮度还有待提高。

发明内容

[0007] 为了解决现有技术LED芯片的发光亮度还有待提高的问题,本发明实施例提供了一种发光二极管芯片的制备方法。所述技术方案如下:

[0008] 本发明实施例提供了一种发光二极管芯片的制备方法,所述制备方法包括:

[0009] 在衬底上依次生长N型半导体层、有源层、P型半导体层;

[0010] 在所述P型半导体层上形成从所述P型半导体层延伸到所述N型半导体层的台阶;

[0011] 在所述P型半导体层上依次形成电流阻挡层、透明导电层、第一金属层;

[0012] 在氧气气氛下对所述透明导电层和所述第一金属层进行高温退火,所述第一金属层渗透到所述透明导电层中;

[0013] 在所述透明导电层上形成从所述透明导电层延伸到所述P型半导体层的凹槽;

[0014] 在所述凹槽内设置P型电极,在所述N型半导体层上设置N型电极;

[0015] 在所述透明导电层和所述N型半导体层上形成钝化层。

[0016] 可选地,所述在所述P型半导体层上依次形成电流阻挡层、透明导电层、第一金属层,包括:

[0017] 采用电子束蒸发或磁控溅射技术在透明导电层上形成第一金属层。

[0018] 可选地,所述第一金属层的材料采用Al、Ti、Ga、Ge中的一种。

[0019] 可选地,所述第一金属层的厚度为0.5~8nm。

- [0020] 可选地,所述在氧气气氛下对所述透明导电层和所述第一金属层进行高温退火,包括:
- [0021] 采用快速热退火RTA技术对所述透明导电层和所述第一金属层进行高温退火。
- [0022] 可选地,所述制备方法还包括:
- [0023] 在所述P型半导体层上形成第二金属层;
- [0024] 在所述第二金属层的遮挡下对所述P型半导体层进行粗化;
- [0025] 去除所述第二金属层。
- [0026] 具体地,所述在所述P型半导体层上形成第二金属层,包括:
- [0027] 在所述P型半导体层上沉积所述第二金属层;
- [0028] 对所述第二金属层进行退火处理,所述第二金属层成为点阵结构。
- [0029] 进一步地,所述在所述第二金属层的遮挡下对所述P型半导体层进行粗化,包括:
- [0030] 在所述第二金属层的遮挡下对所述P型半导体层进行刻蚀,在所述P型半导体层上形成若干凹坑。
- [0031] 优选地,所述第二金属层的材料采用Ni、Au、Ag中的一种。
- [0032] 优选地,所述第二金属层的厚度可以为20~100nm。
- [0033] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:
- [0034] 通过形成透明导电层和第一金属层,并对透明导电层和第一金属层进行高温退火,第一金属层渗透到透明导电层中,增加透明导电层的带隙,提高透明导电层的透光率和导电性,有效提高LED芯片的发光效率。而且制备方法简单、实现成本低,适用于工业生产。

附图说明

- [0035] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0036] 图1是本发明实施例提供的一种发光二极管芯片的制备方法的流程图;
- [0037] 图2是本发明实施例提供的发光二极管芯片的结构示意图。

具体实施方式

- [0038] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。
- [0039] 实施例
- [0040] 本发明实施例提供了一种发光二极管芯片的制备方法,参见图1,该制备方法包括:
- [0041] 步骤101:在衬底上依次生长N型半导体层、有源层、P型半导体层。
- [0042] 具体地,该步骤101可以包括:
- [0043] 采用金属有机化合物化学气相沉淀(Metal Organic Chemical Vapor Deposition,简称MOCVD)法在衬底上依次生长N型半导体层、有源层、P型半导体层。
- [0044] 可选地,衬底可以为蓝宝石衬底或Si衬底。

- [0045] 具体地,N型半导体层可以为N型GaN层,有源层可以包括交替层叠的InGaN层和GaN层,P型半导体层可以为P型GaN层。
- [0046] 可选地,在衬底上依次生长N型半导体层、有源层、P型半导体层,可以包括:
- [0047] 在衬底上生长缓冲层;
- [0048] 在缓冲层上依次生长N型半导体层、有源层、P型半导体层。
- [0049] 通过缓冲层缓解蓝宝石衬底和GaN之间的晶格失配,提高LED芯片质量。
- [0050] 具体地,缓冲层可以为未掺杂GaN层。
- [0051] 步骤102:在P型半导体层上形成从P型半导体层延伸到N型半导体层的台阶。
- [0052] 具体地,该步骤102可以包括:
- [0053] 采用感应耦合等离子体(Inductively Coupled Plasma,简称ICP)刻蚀工艺在P型半导体层上形成从P型半导体层延伸到N型半导体层的台阶。
- [0054] 其中,台阶的高度大于P型半导体层和有源层的厚度之和,且台阶的高度小于P型半导体层、有源层和N型半导体层的厚度之和。
- [0055] 在具体实现中,先将P型半导体层刻蚀完全,再将P型半导体层刻蚀完全,最后将N型半导体层刻蚀部分。
- [0056] 步骤103:在P型半导体层上依次形成电流阻挡层、透明导电层、第一金属层。
- [0057] 具体地,该步骤103可以包括:
- [0058] 采用等离子体增强化学气相沉积(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition,简称PECVD)法或溅射技术在P型半导体层上形成电流阻挡层;
- [0059] 采用电子束蒸发或磁控溅射技术在电流阻挡层和P型半导体层上形成透明导电层;
- [0060] 采用电子束蒸发或磁控溅射技术在透明导电层上形成第一金属层。
- [0061] 可选地,电流阻挡层的材料可以采用二氧化硅或氟化镁。
- [0062] 具体地,透明导电层的材料可以采用氧化铟锡(Indium Tin Oxide,简称ITO)。
- [0063] 可选地,第一金属层的材料可以采用Al、Ti、Ga、Ge中的一种。采用通用材料,实现成本低。
- [0064] 优选地,第一金属层的材料可以采用Al。
- [0065] 可选地,第一金属层的厚度可以为0.5~8nm。当第一金属层的厚度小于0.5nm时,后续无法与透明导电层作用完全,透明导电层的带隙提高不明显;当第一金属层的厚度大于8nm时,第一金属层后续无法完全渗透到透明导电层中,影响LED芯片的出光效率。
- [0066] 步骤104:在氧气气氛下对透明导电层和第一金属层进行高温退火,第一金属层渗透到透明导电层中。
- [0067] 具体地,该步骤104可以包括:
- [0068] 采用快速热退火(Rapid Thermal Annealing,简称RTA)技术对透明导电层和第一金属层进行高温退火。
- [0069] 在实际应用中,高温退火可以使得透明导电层和P型半导体层之间形成良好的欧姆接触,同时使得第一金属层和透明导电层相互作用,第一金属层渗透到透明导电层中,增加透明导电层的带隙,提高透明导电层的透光率和导电性,进而提高LED芯片的发光效率。
- [0070] 可选地,氧气的通入量可以为0.3~20sccm。

- [0071] 可选地,高温退火的温度可以为550~650℃。
- [0072] 可选地,高温退火的时间可以为3~8min。
- [0073] 实验证明,当氧气的通入量为0.3~20sccm、高温退火的温度为550~650℃、高温退火的时间为3~8min时,透明导电层和第一金属层之间的作用效果较好。
- [0074] 步骤105:在透明导电层上形成从透明导电层延伸到P型半导体层的凹槽。
- [0075] 在具体实现中,电流阻挡层围绕凹槽的边缘设置,如图2所示。图2为本实施例制备的LED芯片的结构示意图,1为衬底,2为N型半导体层,3为有源层,4为P型半导体层,5为电流阻挡层,6为透明导电层,7为P型电极,8为N型电极,9为钝化层。
- [0076] 具体地,该步骤105可以包括:
- [0077] 采用光刻技术工艺在透明导电层上形成从透明导电层延伸到电流阻挡层的凹槽。
- [0078] 步骤106:在凹槽内设置P型电极,在N型半导体层上设置N型电极。
- [0079] 具体地,该步骤106可以包括:
- [0080] 采用热蒸发法在凹槽内设置P型电极,在N型半导体层上设置N型电极。
- [0081] 步骤107:在透明导电层和N型半导体层上形成钝化层。
- [0082] 可选地,钝化层的材料可以采用二氧化硅。
- [0083] 在本实施例的一种实现方式中,在步骤103之前,该制备方法还可以包括:
- [0084] 在P型半导体层上形成第二金属层;
- [0085] 在第二金属层的遮挡下对P型半导体层进行粗化;
- [0086] 去除第二金属层。
- [0087] 通过粗化P型半导体层,可以使得透明导电层和P型半导体层之间形成良好的欧姆接触,有利于电流在LED芯片中的横向扩展,提高LED芯片的发光效率。
- [0088] 可选地,在P型半导体层上形成第二金属层,包括:
- [0089] 在P型半导体层上沉积第二金属层;
- [0090] 对第二金属层进行退火处理,第二金属层成为点阵结构。
- [0091] 需要说明的是,第二金属层在退火过程中会自然聚合成多个呈阵列排列的纳米点,以起到掩膜的作用。
- [0092] 具体地,在P型半导体层上沉积第二金属层,可以包括:
- [0093] 采用溅射技术或者电子束蒸发技术在P型半导体层上沉积第二金属层。
- [0094] 具体地,对第二金属层进行退火处理,可以包括:
- [0095] 采用快速热退火(Rapid Thermal Processing,简称RTA)技术对第二金属层进行退火处理。
- [0096] 更具体地,采用RTA技术对第二金属层进行退火处理,可以包括:
- [0097] 在500~700℃中采用RTA技术对第二金属层进行退火处理。
- [0098] 可选地,在第二金属层的遮挡下对P型半导体层进行粗化,可以包括:
- [0099] 在第二金属层的遮挡下对P型半导体层进行刻蚀,在P型半导体层上形成若干凹坑。
- [0100] 具体地,在第二金属层的遮挡下对P型半导体层进行刻蚀,可以包括:
- [0101] 采用ICP刻蚀工艺在第二金属层的遮挡下对P型半导体层进行刻蚀。
- [0102] 优选地,凹坑的深度为2~10nm。当凹坑的深度小于2nm时,透明导电层和P型半导

体层之间形成的欧姆接触较差；当凹坑的深度大于10nm时，会影响P型半导体层为发光层提供空穴。

[0103] 可选地，第二金属层的材料可以采用Ni、Au、Ag中的一种。采用通用材料，实现成本低。

[0104] 优选地，第二金属层的材料可以采用Ni。

[0105] 可选地，第二金属层的厚度可以为20~100nm。当第二金属层的厚度小于20nm时，无法有效形成凹坑；当第二金属层的厚度大于100nm时，浪费材料，提高实现成本。

[0106] 优选地，第二金属层的厚度可以为80nm。

[0107] 本发明实施例通过形成透明导电层和第一金属层，并对透明导电层和第一金属层进行高温退火，第一金属层渗透到透明导电层中，增加透明导电层的带隙，提高透明导电层的透光率和导电性，有效提高LED芯片的发光效率。而且制备方法简单、实现成本低，适用于工业生产。

[0108] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，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。

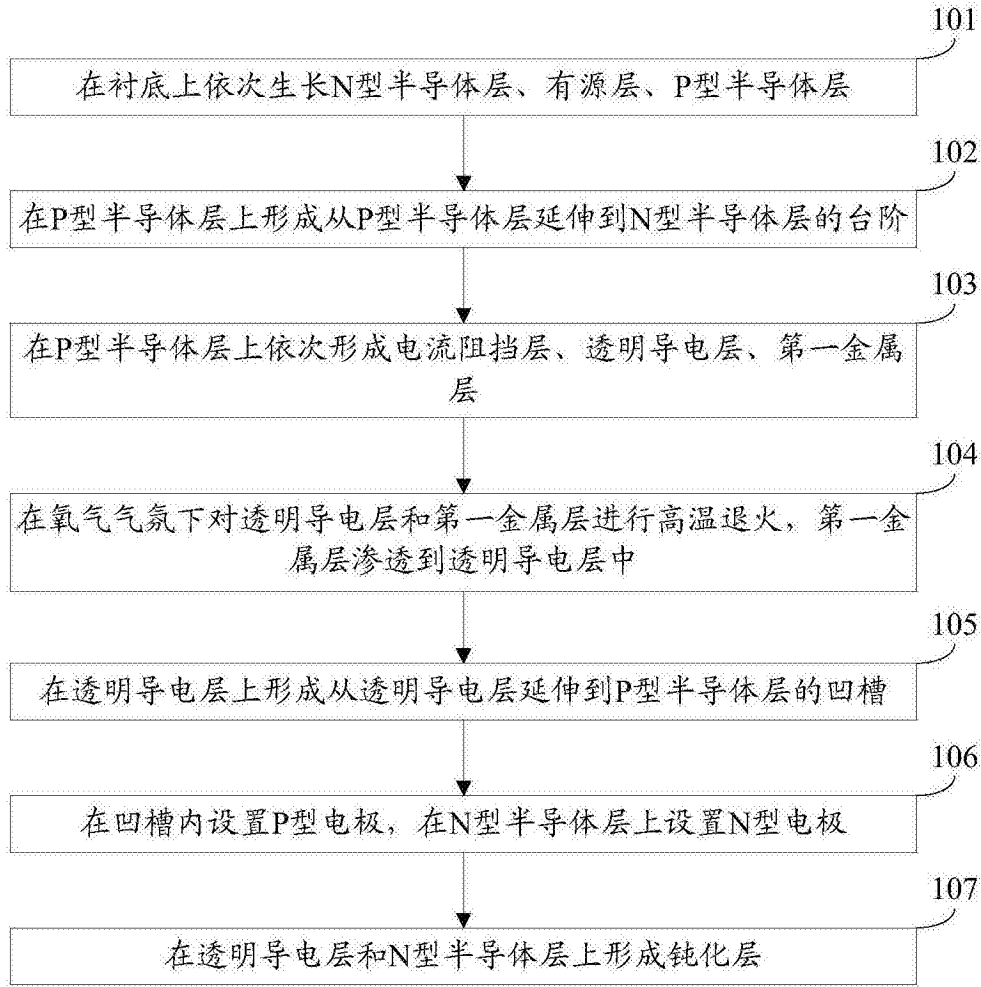


图1

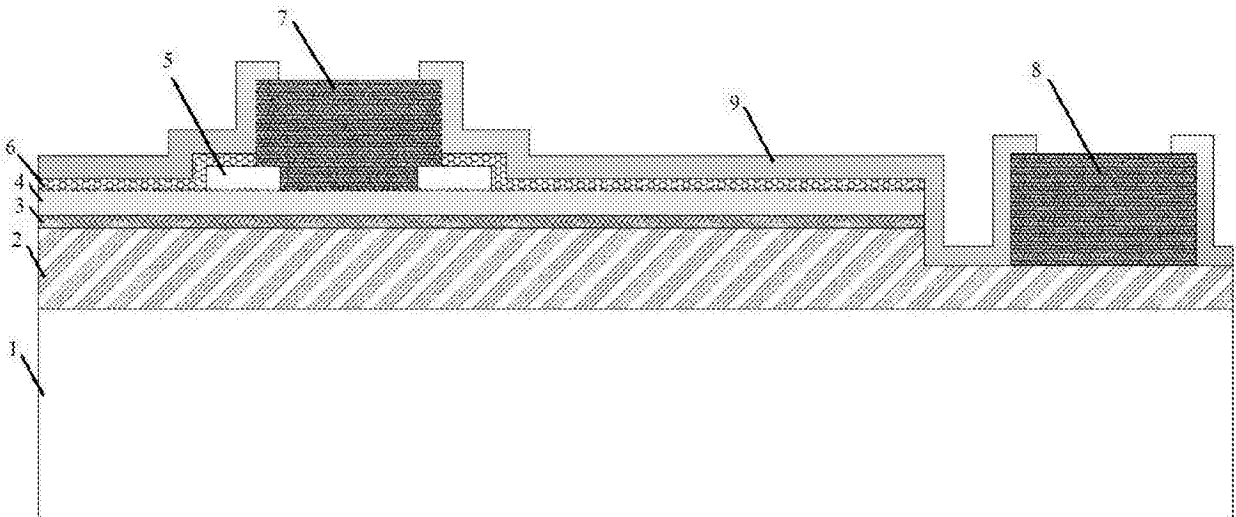


图2