



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104952710 B

(45)授权公告日 2018.01.30

(21)申请号 201510321387.5

(22)申请日 2015.06.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104952710 A

(43)申请公布日 2015.09.30

(73)专利权人 湘能华磊光电股份有限公司

地址 423038 湖南省郴州市苏仙区白露塘镇有色金属产业园区

(72)发明人 农明涛 苗振林 卢国军 梁智勇 周佐华

(74)专利代理机构 北京晟睿智杰知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11603

代理人 于淼

(51)Int.Cl.

H01L 21/205(2006.01)

H01L 33/00(2010.01)

H01L 33/32(2010.01)

G23C 16/44(2006.01)

(56)对比文件

CN 102640259 A,2012.08.15,

CN 1436375 A,2003.08.13,

CN 101471404 A,2009.07.01,

CN 102394261 A,2012.03.28,

CN 103035793 A,2013.04.10,

CN 103779449 A,2014.05.07,

CN 103779458 A,2014.05.07,

CN 101558502 A,2009.10.14,

CN 103668115 A,2014.03.26,

审查员 赵凤瑗

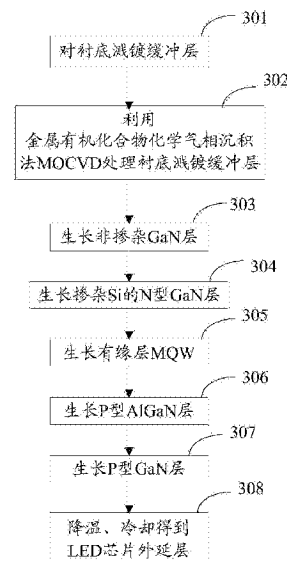
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种LED外延层生长方法

(57)摘要

本申请公开了一种LED芯片外延层生长方法,LED芯片是通过对基板进行处理得到的,基板包括:衬底,位于衬底之上的缓冲层,位于缓冲层之上的N型GaN层,位于N型GaN层之上的发光层以及位于发光层之上的P型GaN层。方法包括:对衬底溅镀缓冲层;利用金属化学气相沉积法MOCVD处理溅镀过缓冲层的衬底;利用金属化学气相沉积法MOCVD生长非掺杂GaN层;持续生长掺杂Si的N型GaN层;利用金属化学气相沉积法MOCVD生长有源层MQW;利用金属化学气相沉积法MOCVD生长P型AlGaIn层;利用金属化学气相沉积法MOCVD生长P型GaIn层;以及降温至700℃-800℃,保温20min-30min,冷却得到LED芯片外延层。本方案加深了衬底深度、增大了反射角度及底宽,从而增大了反射面积,从而提高了LED芯片的出光效率。



1. 一种LED芯片外延层生长方法,所述LED芯片是通过对基板进行处理得到的,所述基板包括:衬底,位于所述衬底之上的缓冲层,位于所述缓冲层之上的N型GaN层,位于所述N型GaN层之上的发光层以及位于所述发光层之上的P型GaN层,其中,所述衬底为蓝宝石图形衬底PSS,其特征在于,所述方法包括:

通过溅镀机对所述衬底溅镀AlN薄膜缓冲层,所述AlN薄膜缓冲层的厚度为10nm-50nm;

利用金属化学气相沉积法MOCVD处理溅镀过所述AlN薄膜缓冲层的衬底,将溅镀好所述AlN薄膜缓冲层的所述衬底放入MOCVD反应腔,升高温度到1000℃-1300℃,降低压力到50mbar-150mbar,在氢气气氛下处理溅镀过所述AlN薄膜缓冲层的所述衬底5-10分钟;

利用金属化学气相沉积法MOCVD生长非掺杂GaN层,保持反应腔温度在1000℃-1200℃,压力维持在150mbar-600mbar,通入15000sccm-30000sccm的NH₃和100sccm-250sccm的TMGa,生长所述非掺杂GaN层600s-1500s,所述非掺杂GaN层厚度为2μm-4μm;

持续生长1800s-3600s得到掺杂Si的N型GaN层,所述掺杂Si的N型GaN层的厚度为2-4μm,其中,Si掺杂浓度为5E+18-2E+19;

用金属化学气相沉积法MOCVD周期性生长有源层MQW,维持MOCVD反应腔压力在300mbar-400mbar,温度为700℃-750℃,向MOCVD反应腔通入30000sccm-45000sccm的NH₃、70sccm-100sccm的TEGa和600sccm-900sccm的TMIn,生长100s-150s的In_xGa_(1-x)N阱层,所述In_xGa_(1-x)N阱层的厚度为2.5nm-3.2nm,其中,x=0.015-0.25;

然后,升高温度至800℃-850℃,压力保持在300mbar-400mbar不变,向反应腔通入30000sccm-45000sccm的NH₃和250sccm-400sccm的TEGa,生长GaN层,所述GaN层厚度为8nm-12nm;

其中,所述In_xGa_(1-x)N/GaN周期数为10-15;

利用金属化学气相沉积法,在MOCVD反应腔中,升高温度到900℃-1000℃,维持压力在200mbar-400mbar,持续生长掺镁的P型AlGaN层,其中,Mg掺杂浓度5E+18-1E+19,所述P型AlGaN层厚度为20nm-50nm;

利用金属化学气相沉积法MOCVD,维持温度在930℃-950℃及反应腔压力为200mbar-600mbar,持续生长掺镁的P型GaN层,其中,Mg掺杂浓度为1E+19-1E+20,所述掺镁的P型GaN层厚度为100nm-300nm;

以及降温至700℃-800℃,保温20min-30min,冷却得到LED芯片外延层。

一种LED外延层生长方法

技术领域

[0001] 本申请涉及LED芯片制造技术,更具体地,涉及一种LED外延层生长方法。

背景技术

[0002] 发光二极管(Light-Emitting Diode,简称LED)是一种将电能转化为光能的半导体电子器件。当电流流过时,电子与空穴在其内复合而发出单色光。LED作为一种高效、环保、绿色新型固态照明光源,具有低电压、低功耗、体积小、重量轻、寿命长、高可靠性等优点,正在被迅速广泛地得到应用。如交通信号灯、汽车内外灯、城市景观照明、手机背光源、户外全彩显示屏等。尤其是在照明领域,大功率芯片是未来LED发展的趋势。

[0003] 在制作LED芯片技术中,如何提高LED芯片的出光效率是本领域研究的热点。通常地,使用蓝宝石图形衬底(PSS)做LED芯片衬底,不仅可以降低GaN基LED外延片的位错密度,还可以大幅度地提高LED芯片的出光效率。由于GaN的折射率($n=2.4$)比空气($n=1$)高,光只有在一定角度内才能从GaN基LED芯片内部传输到空气中,因此PSS(蓝宝石图形衬底)深度越深反射角度越大、底宽越大反射面积越大,即出光效率越大,但是传统的两步生长法很难实现高深宽底度PSS(蓝宝石图形衬底)的GaN外延生长。

[0004] 传统LED结构外延生长方法步骤如下:

[0005] (1)、在温度为1000-1300℃、压力为50-150mbar下处理衬底1,处理时间为5-10分钟;

[0006] (2)、在温度550-650℃、压力为600-900mbar下,在衬底上生长低温GaN缓冲层;

[0007] (3)、反应腔升高温度到1000-1200℃,压力维持在150-600mbar,持续生长非掺杂GaN层;

[0008] (4)、然后持续生长掺杂Si的N型GaN层,Si掺杂浓度 $5E+18-2E+19$,总厚度控制在2-4 μm ;

[0009] (5)、周期性生长有源层MQW;

[0010] (6)、生长P型AlGaN层;

[0011] (7)、生长P型GaN层;

[0012] (8)、最后降温至700-800℃,保温20-30min,在炉内冷却。

[0013] 金属化学气相沉积法MOCVD,是一种在基板上成长半导体薄膜的方法。原理是在载流气体通过有机金属反应源的容器时,将反应源的饱和蒸气带至反应腔中与其它反应气体混合,然后在被加热的基板上面发生化学反应促成薄膜的成长。

发明内容

[0014] 为了解决在上述现有技术中出现的问题,本发明的目的是提供一种LED外延层生长方法。

[0015] 本发明提供了一种LED芯片外延层生长方法,所述LED芯片是通过处理基板得到的,所述基板包括:衬底,位于所述衬底之上的缓冲层,位于所述缓冲层之上的N型GaN

层,位于所述N型GaN层之上的发光层以及位于所述发光层之上的P型GaN层,所述方法包括:

- [0016] 对所述衬底溅镀缓冲层;
- [0017] 利用金属化学气相沉积法MOCVD处理溅镀过缓冲层的衬底;
- [0018] 利用金属化学气相沉积法MOCVD生长非掺杂GaN层;
- [0019] 持续生长掺杂Si的N型GaN层;
- [0020] 利用金属化学气相沉积法MOCVD生长有源层MQW;
- [0021] 利用金属化学气相沉积法MOCVD生长P型AlGa_xN层;
- [0022] 利用金属化学气相沉积法MOCVD生长P型Ga_{1-x}N层;以及
- [0023] 降温至700℃-800℃,保温20min-30min,冷却得到LED芯片外延层。
- [0024] 进一步地,其中,先通过溅镀方式对所述衬底镀上AlN薄膜缓冲层;利用金属化学气相沉积法MOCVD处理溅镀过缓冲层的衬底;再通过金属化学气相沉积法MOCVD在所述溅镀AlN薄膜缓冲层之后的衬底上生长非掺杂Ga_{1-x}N层;之后在所述非掺杂Ga_{1-x}N层上持续生长掺杂Si的N型Ga_{1-x}N层;接着在所述掺杂Si的N型Ga_{1-x}N层上生长有源层MQW;然后在所述有源层MQW上生长P型AlGa_xN层;最后在所述P型AlGa_xN层上生长P型Ga_{1-x}N层。
- [0025] 进一步地,其中,所述通过溅镀方式对所述衬底镀上AlN薄膜缓冲层,进一步包括:使用溅镀机在衬底上镀上AlN薄膜缓冲层。
- [0026] 进一步地,其中,所述AlN薄膜缓冲层厚度为10nm-50nm。
- [0027] 进一步地,其中,所述利用金属化学气相沉积法MOCVD处理溅镀过缓冲层的衬底,进一步包括:将溅镀好AlN薄膜的衬底放入MOCVD反应腔,升高温度到1000℃-1300℃,降低压力到50mbar-150mbar,在氢气气氛下处理溅镀过AlN薄膜的衬底5-10分钟。
- [0028] 进一步地,其中,所述通过金属化学气相沉积法MOCVD在所述溅镀AlN薄膜缓冲层之后的衬底上生长非掺杂Ga_{1-x}N层,进一步包括:保持反应腔温度在1000℃-1200℃,压力维持在150mbar-600mbar,通入15000sccm-30000sccm的NH₃和100sccm-250sccm的TMGa,生长非掺杂Ga_{1-x}N层600s-1500s,非掺杂Ga_{1-x}N层厚度为2μm-4μm。
- [0029] 进一步地,其中,所述持续生长掺杂Si的N型Ga_{1-x}N层,进一步包括:持续生长1800s-3600s得到掺杂Si的N型Ga_{1-x}N层,所述掺杂Si的N型Ga_{1-x}N层的厚度为2-4μm,其中,Si掺杂浓度为5E+18-2E+19。
- [0030] 进一步地,其中,利用金属化学气相沉积法MOCVD生长有源层MQW,进一步包括:周期性生长有源层MQW,
- [0031] 维持MOCVD反应腔压力在300mbar-400mbar,温度为700℃-750℃,向MOCVD反应腔通入30000sccm-45000sccm的NH₃、70sccm-100sccm的TEGa和600sccm-900sccm的TMIn,生长100sec-150sec的In_xGa_(1-x)N阱层,厚度为2.5nm-3.2nm,其中,x=0.015-0.25;
- [0032] 然后,升高温度至800℃-850℃,压力保持在300mbar-400mbar不变,向反应腔通入30000sccm-45000sccm的NH₃和250sccm-400sccm的TEGa,生长Ga_{1-x}N层,所述Ga_{1-x}N层厚度为8nm-12nm;其中,
- [0033] 所述In_xGa_(1-x)N/GaN周期数为10-15。
- [0034] 进一步地,其中,所述利用金属化学气相沉积法MOCVD生长P型AlGa_xN层,进一步包括:在MOCVD反应腔中,升高温度到900℃-1000℃,维持压力在200mbar-400mbar,持续生长P型AlGa_xN层,其中,Al掺杂浓度1E+20-3E+20,Mg掺杂浓度5E+18-1E+19,所述P型AlGa_xN层厚度

为20nm-50nm。

[0035] 进一步地,其中,所述利用金属化学气相沉积法MOCVD生长P型GaN层,进一步包括:在MOCVD反应腔中,维持温度在930℃-950℃及反应腔压力为200mbar-600mbar,持续生长掺镁的P型GaN层,其中,Mg掺杂浓度为 $1E+19$ - $1E+20$,所述掺镁的P型GaN层厚度为100nm-300nm。

[0036] 与现有技术相比,本申请所述的LED外延层生长方法,具有以下优点:

[0037] 本方案在高深宽底蓝宝石图形衬底(PSS)溅镀上AlN薄膜,并采用金属化学气相沉积法MOCVD在AlN薄膜上生长GaN层,加深了衬底深度、增大了反射角度及底宽,从而增大了反射面积,也就是提高了LED芯片的出光效率。

[0038] 当然,实施本申请的任一方法不一定需要同时达到以上所述的所有技术效果。

附图说明

[0039] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0040] 图1是现有的LED外延层生长方法的流程示意图。

[0041] 图2是现有的LED外延层结构示意图;

[0042] 图3是本发明的LED外延层生长方法的流程示意图;

[0043] 图4是本发明的LED外延层结构示意图;

[0044] 图5是本发明的LED外延片蓝宝石图形衬底的截面图。

具体实施方式

[0045] 如在说明书及权利要求当中使用了某些词汇来指称特定组件。本领域技术人员应可理解,硬件制造商可能会用不同名词来称呼同一个组件。本说明书及权利要求并不以名称的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的准则。如在通篇说明书及权利要求当中所提及的“包含”为一开放式用语,故应解释成“包含但不限于”。“大致”是指在可接收的误差范围内,本领域技术人员能够在一定误差范围内解决所述技术问题,基本达到所述技术效果。此外,“耦接”一词在此包含任何直接及间接的电性耦接手段。因此,若文中描述一第一装置耦接于一第二装置,则代表所述第一装置可直接电性耦接于所述第二装置,或通过其他装置或耦接手段间接地电性耦接至所述第二装置。说明书后续描述为实施本申请的较佳实施方式,然所述描述乃以说明本申请的一般原则为目的,并非用以限定本申请的范围。本申请的保护范围当视所附权利要求所界定者为准。

[0046] 以下结合附图对本申请作进一步详细说明,但不作为对本申请的限定。

[0047] 图1和图2分别为现有技术生长LED外延层的流程图和现有技术LED外延层结构示意图。现有技术中传统两步生长法主要是通过先在蓝宝石图形衬底上生长低温缓冲Ga_{0.9}N_{0.1}层,然后持续生长不掺杂Ga_{0.9}N_{0.1}层。传统的两步生长法很难实现高深宽底蓝宝石图形衬底的Ga_{0.9}N_{0.1}外延生长。通过传统方法得到的LED外延片的步骤包括:

[0048] 步骤101、1000-1300℃下处理衬底。

[0049] 维持反应腔温度在1000-1300℃,压力在50-150mbar的氢气气氛下处理蓝宝石衬底5-10分钟。

- [0050] 步骤102、在衬底上生长低温缓冲GaN层。
- [0051] 反应腔降温至550-650℃,压力维持在600-900mbar,在蓝宝石衬底上生长厚度为20-50nm的低温缓冲GaN层2。
- [0052] 步骤103、生长非掺杂GaN层。
- [0053] 在温度为1000-1200℃、压力为150-600mbar下,持续生长非掺杂GaN缓冲层3,非掺杂GaN缓冲层3厚度为2-4μm。
- [0054] 步骤104、持续生长掺杂Si的GaN层4。
- [0055] 持续生长掺杂Si的N型GaN层,其中,Si掺杂浓度 $5E+18-2E+19$,掺杂Si的N型GaN层总厚度为2-4μm
- [0056] 步骤105、周期性生长低温量子阱层5。
- [0057] 反应腔压力维持在300-400mbar,降低温度至700-750℃,通入30000-45000sccm的 NH_3 、70-100sccm的TEGa、600-900sccm的TMIIn生长100-150sec的 $In_xGa_{(1-x)}N$ 阱层,其中, $x=0.015-0.25$,厚度为2.5-3.2nm;
- [0058] 然后升高温度至800-850℃,压力不变,通入30000-45000sccm的 NH_3 、250-400sccm的TEGa生长厚度为8-12nm的GaN垒层;
- [0059] $In_xGa_{(1-x)}N/GaN$ 周期数为10-15。
- [0060] 步骤106、生长P型AlGaIn层6。
- [0061] 再升高温度到900-1000℃,反应腔压力维持在200-400mbar,持续生长20-50nm的P型AlGaIn层,Al掺杂浓度 $1E+20-3E+20$,Mg掺杂浓度 $5E+18-1E+19$ 。
- [0062] 步骤107、生长P型GaIn层7。
- [0063] 维持温度在930-950℃,反应腔压力维持在200-600mbar,持续生长100-300nm的掺镁的P型GaIn层,Mg掺杂浓度 $1E+19-1E+20$ 。
- [0064] 步骤108、冷却。
- [0065] 最后降温至700-800℃,保温20-30min,之后在炉内冷却。
- [0066] 本发明的LED外延层采用以下方法制备:
- [0067] 采用金属化学气相沉积法(Aixtron CruisIMOCVD)生长具有N型GaIn层、MQW层和P型GaIn层结构的LED外延片。具体地,采用高纯 H_2 或高纯 N_2 或高纯 H_2 和高纯 N_2 的混合气体作为载气,高纯 NH_3 作为N源,金属有机源三甲基镓(TMGa)、三乙基镓作为镓(TEGa)源,三甲基铟(TMIIn)作为铟源,硅烷(SiH_4)作为N型掺杂剂,二茂镁(CP_2Mg)作为P型掺杂剂,蓝宝石图形作为衬底,在100mbar~800mbar的反应压力下生长LED外延层。
- [0068] 实施例1:
- [0069] 结合图3和图4,本发明提供了一种LED外延层,其采用蓝宝石图形(PSS)作为衬底A,且衬底尺寸为:底宽 $R=2.6\mu m$,间距 $D=0.4\mu m$,深度 $H=1.6\mu m$ 。具体的LED外延层生长方法如下:
- [0070] 步骤301、对衬底溅镀缓冲层。
- [0071] 使用sputter溅镀机在蓝宝石图形衬底上镀上厚度为10-50nm的AlN薄膜层8。
- [0072] 步骤302、利用金属化学气相沉积法MOCVD处理衬底溅镀缓冲层。
- [0073] 将溅镀好AlN薄膜的PSS衬底放入MOCVD反应腔中,升高温度到1000-1300℃,降低压力到50-150mbar,在氢气气氛下处理溅镀过AlN薄膜的蓝宝石图形衬底(PSS)5-10分钟。

[0074] 步骤303、生长非掺杂GaN层。

[0075] 保持反应腔温度在1000-1200℃,压力维持在150-600mbar,通入15000-30000sccm的NH₃,100-250sccm的TMGa生长非掺杂GaN层600-1500s,得到非掺杂GaN层厚度为2-4μm。

[0076] 步骤304、生长掺杂Si的N型GaN层。

[0077] 然后持续生长掺杂Si的N型GaN层1800s-3600s,Si掺杂浓度为5E+18-2E+19,掺杂Si的N型GaN层的厚度为2-4μm。

[0078] 步骤305、生长有源层MQW。

[0079] 周期性生长有源层MQW:维持反应腔压力在300-400mbar,降低温度至700-750℃,通入30000-45000sccm的NH₃、70-100sccm的TEGa、600-900sccm的TMIn生长100-150sec的In_xGa_(1-x)N阱层,其中,x=0.015-0.25,阱层厚度为2.5-3.2nm;

[0080] 然后升高温度至800-850℃,保持压力不变,通入30000-45000sccm的NH₃、250-400sccm的TEGa生长厚度为8-12nm的GaN垒层;

[0081] 所述In_xGa_(1-x)N/GaN的周期数为10-15。

[0082] 步骤306、生长P型AlGaIn层。

[0083] 升高温度到900-1000℃,反应腔压力维持在200-400mbar,持续生长P型AlGaIn层,其中,P型AlGaIn层厚度为20-50nm,Al掺杂浓度为1E+20-3E+20,Mg掺杂浓度为5E+18-1E+19。

[0084] 步骤307、生长P型GaIn层。

[0085] 再次升高温度到930-950℃,反应腔压力维持在200-600mbar,持续生长100-300nm的掺镁的P型GaIn层,其中,Mg掺杂浓度为1E+19-1E+20。

[0086] 步骤308、降温、冷却。

[0087] 最后降温至700-800℃,保温20-30min,接着炉内冷却,制得具有上述LED外延层结构的LED外延片1。

[0088] 实施例2:

[0089] 在实施例1的基础上,本实施例的LED外延层,其采用蓝宝石图形(PSS)作为衬底B,且衬底尺寸为:底宽R=2.6μm,间距D=0.4μm,深度H=1.8μm,最终制得LED外延片2。

[0090] 实施例3:

[0091] 在实施例1的基础上,本实施例的LED外延层,其采用蓝宝石图形(PSS)作为衬底C,且衬底尺寸为:底宽R=2.8μm,间距D=0.2μm,深度H=1.8μm,最终制得LED外延片3。

[0092] 实施例4:

[0093] 本实施例为传统的LED外延层生长方法,作为本实用新型的对比实施例,其采用蓝宝石图形(PSS)作为衬底A,且衬底尺寸为:底宽R=2.6μm,间距D=0.4μm,深度H=1.6μm。具体的LED外延层生长方法如下:

[0094] 步骤101、在1000-1300℃下,反应腔压力维持在50-150mbar的氢气气氛下处理衬底5-10分钟。

[0095] 步骤102、降温至550-650℃下,反应腔压力维持在600-900mbar,在蓝宝石衬底上生长厚度为20-50nm的低温缓冲GaIn层。

[0096] 步骤103、升高温度到1000-1200℃下,反应腔压力维持在150-600mbar,持续生长不掺杂GaIn层,不掺杂GaIn层厚度为2-4μm。

[0097] 步骤104、然后持续生长掺杂Si的N型GaIn层,其厚度为2-4μm,其中,Si掺杂浓度5E+

18-2E+19。

[0098] 步骤105、周期性生长有源层(MQW):反应腔压力维持在300-400mbar,降低温度至700-750℃,通入30000-45000sccm的NH₃、70-100sccm的TEGa、600-900sccm的TMIn生长100-150sec的In_xGa_(1-x)N阱层,其中,x=0.015-0.25,厚度控制在2.5-3.2nm;

[0099] 然后升高温度至800-850℃,压力不变,通入30000-45000sccm的NH₃、250-400sccm的TEGa生长厚度为8-12nm的GaN垒层;

[0100] 所述In_xGa_(1-x)N/GaN周期数为10-15。

[0101] 步骤106、再升高温度到900-1000℃,反应腔压力维持在200-400mbar,持续生长20-50nm的P型AlGaIn层,其中,Al掺杂浓度1E+20-3E+20,Mg掺杂浓度5E+18-1E+19。

[0102] 步骤107、再升高温度到930-950℃,反应腔压力维持在200-600mbar,持续生长100-300nm的掺镁的P型GaIn层,Mg掺杂浓度1E+19-1E+20;

[0103] 步骤108、最后降温至700-800℃,保温20-30min,接着炉内冷却,制得具有上述LED外延层结构的LED外延片4。

[0104] 实施例5:

[0105] 在实施例4的基础上,本实施例的LED外延层,其采用蓝宝石图形(PSS)作为衬底B,且衬底尺寸为:底宽R=2.6μm,间距D=0.4μm,深度H=1.8μm,最终制得LED外延片5。

[0106] 实施例6:

[0107] 在实施例4的基础上,本实施例的LED外延层,其采用蓝宝石图形(PSS)作为衬底C,且衬底尺寸为:底宽R=2.8μm,间距D=0.2μm,深度H=1.8μm,最终制得LED外延片6。

[0108] 本发明使用XRD测试仪测试上述外延片的102面半波宽,结果见表一:

[0109] 表一、不同PSS尺寸使用传统方法与本发明方法制得GaIn外延片的XRD-102面测试对照表

缓冲层	外延片编号	PSS 类型	PSS (R-D-H)	XRD-102H W
溅渡 AlN	1	A	2.6-0.4-1.6	173.7
溅渡 AlN	2	B	2.6-0.4-1.8	177.7
溅渡 AlN	3	C	2.8-0.2-1.8	183.1
低温 GaN	4	A	2.6-0.4-1.6	241.4
低温 GaN	5	B	2.6-0.4-1.8	278.2
低温 GaN	6	C	2.8-0.2-1.8	339.6

[0111] 从表一可以看出:

[0112] 1、对于蓝宝石图形衬底A、B、C,本发明的溅渡AlN薄膜和传统方法的低温GaIn缓冲层生长的外延片的XRD-102面半波宽分别为173.7和241.4、177.7和278.2、183.1和339.6,即相同图形尺寸的PSS使用溅渡AlN薄膜生长的外延片的XRD-102面半波宽更小,证明了溅渡AlN薄膜的引入大大地降低了外延结构的穿透位错,很好地提高了GaIn外延生长质量。

[0113] 2、对于本发明所有溅渡AlN薄膜,图形尺寸A、B、C所生长的GaIn外延片102面半波宽

为173.7、177.7、183.1,即随着PSS深度和底宽的增加,使用溅渡AlN薄膜生长的外延片晶体质量没有本质变化;而对于传统的低温GaN缓冲层,图形尺寸A、B、C所生长的GaN外延片102面半波宽为241.4、278.2、339.6,即随着PSS深度和底宽的增加,使用低温GaN缓冲层生长的外延片晶体质量明显变差;证明了溅渡AlN薄膜上生长GaN外延结构的工艺难度明显小于低温GaN缓冲层,更适合高度较高,底宽较宽的蓝宝石图形衬底PSS外延生长,更加符合市场需求。

[0114] 另一方面,针对本发明提供的具有LED外延层结构的LED芯片,通过实施例1、2、3和对比例4、5、6制得的外延片在相同芯片工艺条件下制作成芯片尺寸为 $254\mu\text{m}\times 685.8\mu\text{m}$ (10mil*27mil),ITO层厚度约1100埃,Cr/Pt/Au电极厚度约1200埃, SiO_2 保护层的厚度约400埃的芯片①、②、③和④、⑤、⑥(外延片1、2、3和4、5、5分别对应芯片①、②、③和④、⑤、⑥),使用同一台芯片点测机测试上述芯片的光电参数,结果见表二。

[0115] 表二、不同PSS尺寸使用传统方法与本发明方法制得GaN外延片在相同芯片工艺条件下制作成芯片的主要光电参数对照表

[0116]

芯片 编号	PSS 类型	Vf (150mA)	Iv(150mA)	Wd(150mA)	VZ(-10 μ A)	ESD(HBM-2KV)
①	A	3.140	122.6	448.3	48.6	99.1%
②	B	3.144	124.1	448.7	48.4	98.9%
③	C	3.141	126.4	448.8	48.1	98.8%
④	A	3.145	120.0	448.4	46.1	95.7%
⑤	B	3.143	121.1	448.6	40.1	91.5%
⑥	C	3.144	118.6	448.1	32.8	85.9%

[0117] 通过表二可以看出:

[0118] 1、对于蓝宝石图形衬底A、B、C,溅渡AlN薄膜和低温GaN缓冲层生长的外延片制作成芯片①和④、②和⑤、③和⑥在正向150mA下的亮度分别为122.6mw和120.0mw、124.1mw和121.1mw、126.4mw和118.6mw,即使用溅渡AlN薄膜的亮度明显高于传统的低温GaN缓冲层;制作芯片①和④、②和⑤、③和⑥在反向10 μ A下的电压分别为48.6v和46.1v、48.4v和40.1v、48.1v和32.8v,即使用溅渡AlN薄膜的反向电压明显高于传统的低温GaN缓冲层;制作芯片①和④、②和⑤、③和⑥在2000V人体模式下的抗静电通过率(ESD)分贝为99.1%和95.7%、98.9%和91.5%、98.8%和85.9%,即使用溅渡AlN薄膜的抗静电能力(ESD)明显高于传统的低温GaN缓冲层;溅渡AlN薄膜生长的外延片制作成芯片后,在芯片亮度(Iv)、反向电压(Vz)和抗静电能力(ESD)等光电参数明显优于传统的低温GaN缓冲层,其原因在于外延结晶质量的提升大大降低了位错密度,减少了非辐射复合几率从而提升亮度(Iv),减少漏电通道从而提升了反向电压(Vz)和抗静电能力(ESD)。

[0119] 2、对于本发明所有溅渡AlN薄膜,图形尺寸A、B、C所生长的GaN外延片制作成芯片①、②、③在正向150mA下的亮度(Iv)分别为122.6mw、124.1mw、126.4mw,制作成芯片①、②、③在反向10 μ A下的电压为48.6v、48.4v、48.1v,制作成芯片①、②、③在人体模式(HBM)

2000v下的抗静电能力(ESD)分别为99.1%、98.9%、98.8%;随着PSS深度和底宽的增加,蓝宝石图形衬底的反射角度和面积增大,能更好的将量子阱电子空穴复合所生产的光反射出芯片从而提升亮度,另外随着PSS深度和底宽增加,外延片结晶质量没有本质差别,所以制作成的芯片在反向电压和抗静电能力上基本一致。对于传统的低温GaN缓冲层,图形尺寸A、B、C所生长的GaN外延片制作成芯片④、⑤、⑥在正向150mA下的亮度(Iv)分别为120.0mw、121.1mw、118.6mw,制作成芯片④、⑤、⑥在反向10 μ A下的电压分别为46.1v、40.1v、32.8v,制作成芯片④、⑤、⑥在人体模式(HBM)2000v下的抗静电能力(ESD)分别为95.7%、91.5%、85.9%;随着PSS深度和底宽的增加,反射角度和反射面积增加对亮度的贡献大于外延质量下降对亮度抑制,亮度(Iv)从120.0mw升高到121.1mw;继续增加PSS深度和底宽,反射角度和反射面积增加对亮度的贡献小于外延质量下降对亮度抑制,亮度(Iv)下降到118.6mw。而随着PSS深度和底宽的增加,外延结晶质量明显下降导致位错明显增加,从而增加了外延片的漏电通道致使反向电压(Vz)和抗静电能力(ESD)明显下降。

[0120] 与现有技术相比,本申请所述的LED外延层生长方法,具有以下优点:

[0121] 本方案在高深宽底蓝宝石图形衬底(PSS)溅镀上AlN薄膜,并采用金属化学气相沉积法MOCVD在AlN薄膜上生长GaN层,加深了衬底深度、增大了反射角度及底宽,从而增大了反射面积,也就是提高了LED芯片的出光效率。

[0122] 上述说明示出并描述了本申请的若干优选实施例,但如前所述,应当理解本申请并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述申请构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本申请的精神和范围,则都应在本申请所附权利要求的保护范围内。

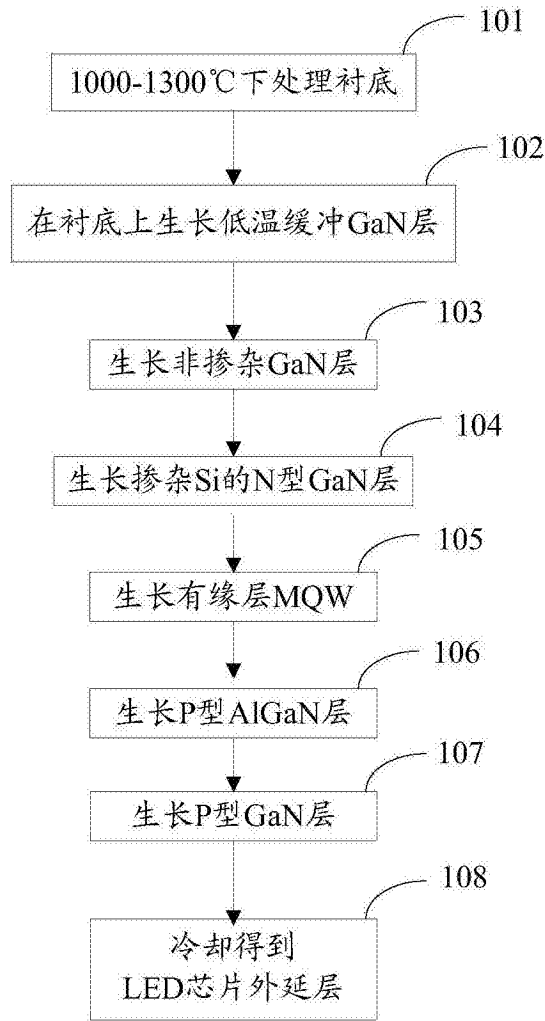


图1

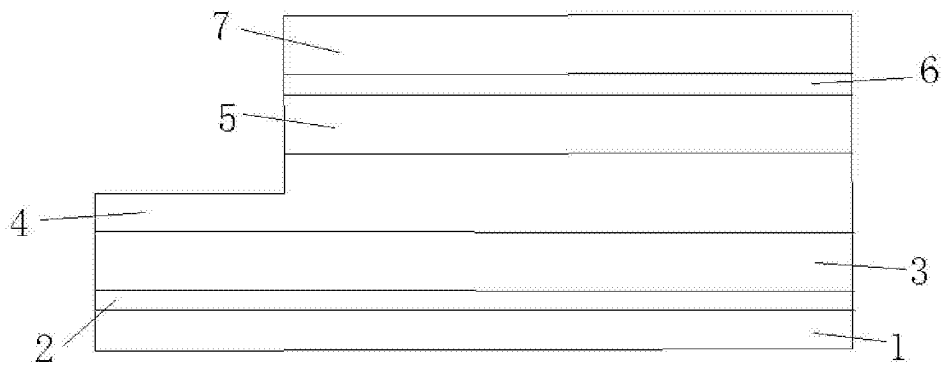


图2

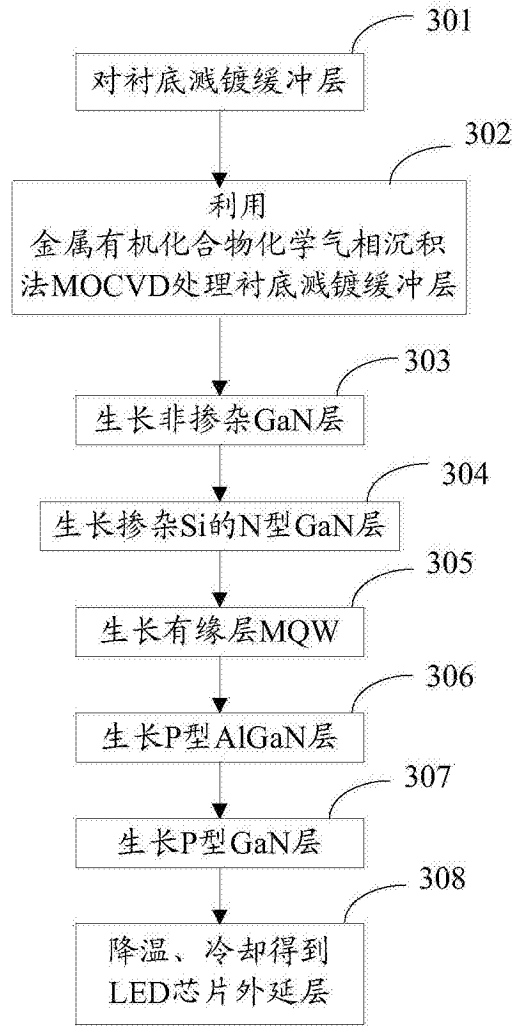


图3

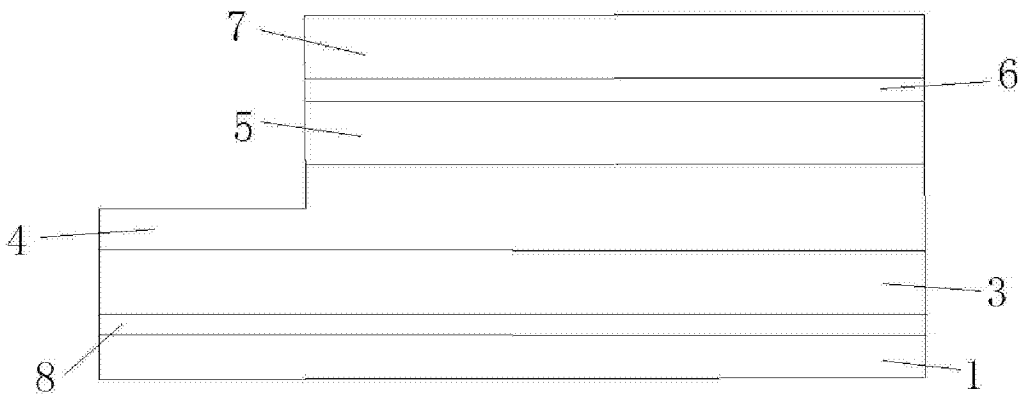


图4

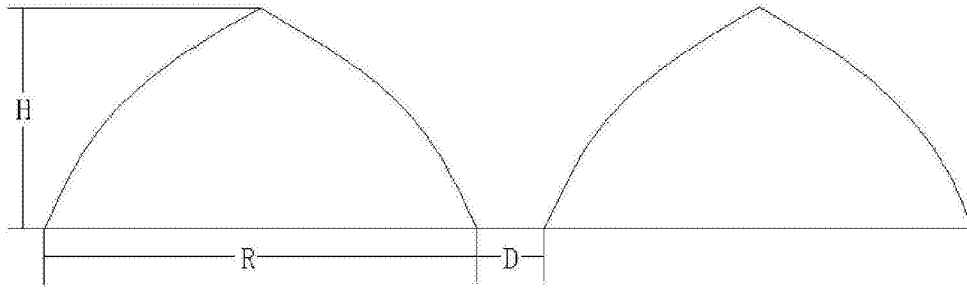


图5