

发光二极管芯片衬底结构的制备方法

技术领域

本发明涉及发光二极管芯片制备方法，尤其是指提高芯片发光效率的衬底结构的制备方法。

背景技术

发光二极管具有体积小、效率高和寿命长等优点，在交通指示、户外全色显示等领域有着广泛的应用。尤其是利用大功率发光二极管可能实现半导体固态照明，引起人类照明史的革命，从而逐渐成为目前电子学领域的研究热点。为了获得高亮度的LED，关键要提高器件的内量子效率和外量子效率。目前，芯片光提取效率是限制器件外量子效率的主要因素，其主要原因是外延材料、衬底材料以及空气之间的折射率差别较大，导致有源区产生的光在不同折射率材料界面发生全反射而不能导出芯片。

目前已经提出了几种提高芯片光提取效率的方法，主要包括：改变芯片的几何外形，减少光在芯片内部的传播路程，降低光的吸收损耗，如采用倒金字塔结构；控制和改变自发辐射，通常采用谐振腔或光子晶体等结构；采用表面粗糙方法，使光在粗糙的半导体和空气界面发生漫射，增加其投射的机会等，其中发光二极管芯片的衬底对芯片的发光效率有很大的影响。

然而在制备衬底时，由于常规下光刻胶抗ICP刻蚀能力较差，经过ICP刻蚀后，光刻胶易被打入衬底里，衬底表面会被刻黑，使衬底受到污染，光刻胶的图形也不能有效的转移到衬底上，从而不能制造出优良的微结构图形衬底。这种情况导致制造具有微结构图形的衬底工艺复杂化，使成本增加；导致不能制造出优良的具有微结构图形的衬底，从而阻碍了芯片发光效率的提高。

鉴于此，提供一种新的发光二极管芯片衬底结构的制备方法。

发明内容

本发明要解决的技术问题在于提供一种发光二极管芯片的衬底结构的制备方法，由于采用了深紫外线对光刻胶照射，改变光刻胶的性质，提高光刻胶抗ICP（电感耦合等离子体）刻蚀能力，可直接利用光刻胶做掩膜制造优良的微结构图形，并可有效减少刻蚀后衬底受到污染的情况，从而有利于减少发光二极管芯片的内部吸收，提高芯片发光效率。

为了解决上述技术问题，本发明采用如下技术方案：

一种发光二极管芯片衬底结构的制备方法，包括以下步骤：

在衬底上表面上形成一层光刻胶膜层；



应用光刻工艺将光刻胶膜层图形化以形成所期望的图案；

利用深紫外线对该光刻胶膜层照射；

应用回流工艺熔化该光刻胶膜层，使该光刻胶膜层形成多个凸包形；

应用刻蚀的方法将该光刻胶膜层的多个凸包形轮廓传递到该衬底上，在该衬底表面上形成多个凸包形微结构。

在所述的方法中，所述的刻蚀方法为电感耦合等离子体蚀刻。

在所述的方法中，所述光刻胶膜层图形化形成的所期望的图案为周期性或非周期性排列的棱柱、圆柱、凌锥、圆锥、圆台或棱台；所述衬底表面的凸包形微结构的剖面轮廓线为弧线形。

作为本发明的优选方案之一，所述深紫外线波长为 100nm~300nm。

作为本发明的优选方案之一，所述深紫外线对光刻胶照射的角度为 0° ~ 90° ，照射时间为 1 秒~60 分钟。

作为本发明的优选方案之一，所述衬底的材料为蓝宝石。

作为本发明的优选方案之一，所述光刻胶掩模的厚度为 0.5 μ m~4 μ m。

作为本发明的优选方案之一，所述回流工艺中烘烤温度为 50°C ~ 400°C 、时间为 0.1 分钟~60 分钟。

本发明所述的发光二极管芯片衬底结构的制备方法中，由于采用深紫外线（DUV）对光刻胶照射，提高了光刻胶抗 ICP（电感耦合等离子体）刻蚀的能力，通常深紫外线（DUV）泛指波长小于 300nm 的电磁波。从而克服了常规下在制备衬底时，由于常规光刻胶抗 ICP 刻蚀能力较差，经过 ICP 刻蚀后，光刻胶易被打入衬底里，衬底表面会被刻黑，使衬底受到污染，光刻胶的图形也不能有效的转移到衬底上，从而不能直接利用光刻胶制造优良微结构图形的问题。由于本发明所述方法可直接利用光刻胶做掩膜制造优良的微结构图形，并且可有效减少刻蚀后衬底受到污染的情况，可减少发光二极管芯片的内部吸收，从而提高了发光二极管芯片的发光效率。

此外，采用本发明所述方法制备的衬底结构，在衬底上形成了凸包形微结构，且该微结构可以有效减少界面反射，同时也可减少内部吸收，该微结构可有效改善外延生长的缺陷，从而进一步提高了发光二极管的发光效率。



附图说明

图 1a-1e 是本发明发光二极管芯片衬底结构的制备方法流程示意图。

具体实施方式

下面结合附图进一步说明本发明的具体实施步骤，为了示出的方便附图并未按照比例绘制。

实施例一

首先参照图 1a 所示，在蓝宝石衬底 10 上涂敷光刻胶，形成一层光刻胶膜层 20，光刻胶膜层 20 的厚度为 0.5 μ m。接着通过光刻工艺将光刻胶在衬底上图形化，形成所期望的图案如图 1b 所示，该图案为周期性规则排列的圆锥。然后利用深紫外线（DUV）30 对图形化的光刻胶膜层 21 进行照射如图 1c 所示，照射条件如下：选用波长为 300nm 的深紫外线，照射角度 90°，照射时间 60 分钟。照射角度指所述深紫外线（DUV）30 与图形化的光刻胶膜层 21 所在平面之间的夹角。图形化的光刻胶膜层 21 经深紫外线（DUV）30 照射后，其性质发生了改变，使图形化的光刻胶膜层 21 抗 ICP（电感耦合等离子体）刻蚀的能力得到了提高，可直接利用图形化的光刻胶膜层 21 做掩膜。然后采用平台烘烤光刻胶回流技术将光刻胶图案形成类似如图 1d 所示的多个凸包形微结构图案。回流条件如下：烘烤温度为 50℃，时间为 0.1 分钟。之后采用 ICP（电感耦合等离子体）蚀刻技术将此种图案转移到蓝宝石上如图 1e 所示，在蓝宝石衬底 10 表面形成多个凸包形的微结构 11，该微结构 11 正面为蒙古包形，其剖面轮廓线为圆弧形。

由于图形化的光刻胶膜层 21 经深紫外线（DUV）30 照射后，抗 ICP（电感耦合等离子体）刻蚀的能力得到了提高，经刻蚀后得到的衬底表面没有出现常规下会被刻黑的情况，从而使衬底受到污染的问题得到解决；可直接利用图形化的光刻胶膜层 21 做掩膜，使不能直接利用常规光刻胶制造优良微结构图形的问题得到解决。采用所得衬底结构制备的发光二极管芯片，由于衬底未受到污染，减少了内部吸收，且衬底表面形成的蒙古包形微结构有效减少了界面反射及内部吸收，有较高的发光效率。

实施例二

首先参照图 1a 所示，在蓝宝石衬底 10 上涂敷光刻胶，形成一层光刻胶膜层 20，光刻胶膜层 20 的厚度为 2 μ m。接着通过光刻工艺将光刻胶在衬底上图形化，形成所期望的图案如图 1b 所示，该图案为非周期性规则排列的四棱柱。然后利用深紫外线（DUV）30 对图形化的光刻胶膜层 21 进行照射如图 1c 所示，照射条件如下：选用波长为 200nm 的深紫外线，照射角



度 60° ，照射时间 30 分钟。照射角度指所述深紫外线（DUV）30 与图形化的光刻胶膜层 21 所在平面之间的夹角。图形化的光刻胶膜层 21 经深紫外线（DUV）30 照射后，其性质发生了改变，使图形化的光刻胶膜层 21 抗 ICP（电感耦合等离子体）刻蚀的能力得到了提高。然后采用平台烘烤光刻胶回流技术将光刻胶图案形成类似如图 1d 所示的多个凸包形微结构图案。回流条件如下：烘烤温度为 200°C ，时间为 20 分钟。之后采用 ICP（电感耦合等离子体）蚀刻技术将此种图案转移到蓝宝石上如图 1e 所示，在蓝宝石衬底 10 表面形成多个凸包形的微结构 11，该微结构 11 正面为蒙古包形，其剖面轮廓线为弧线形。

由于图形化的光刻胶膜层 21 经深紫外线（DUV）30 照射后，抗 ICP（电感耦合等离子体）刻蚀的能力得到了提高，经刻蚀后得到的衬底表面没有出现常规下会被刻黑的情况，从而使衬底受到污染的问题得到解决。直接利用图形化的光刻胶膜层 21 做掩膜，刻蚀后衬底表面干净、光滑，使不能直接利用常规光刻胶制造优良微结构图形的问题得到解决。采用所得衬底结构制备的发光二极管芯片，由于衬底未受到污染，减少了内部吸收，且衬底表面形成的蒙古包形微结构有效减少了界面反射及内部吸收，可有效改善外延生长的缺陷，有很高的发光效率。

实施例三

首先参照图 1a 所示，在蓝宝石衬底 10 上涂敷光刻胶，形成一层光刻胶膜层 20，光刻胶膜层 20 的厚度为 $4\mu\text{m}$ 。接着通过光刻工艺将光刻胶在衬底上图形化，形成所期望的图案如图 1b 所示，该图案为非周期性规则排列的圆台。然后利用深紫外线（DUV）30 对图形化的光刻胶膜层 21 进行照射如图 1c 所示，照射条件如下：选用波长为 100nm 的深紫外线，照射角度 30° ，照射时间 1 分钟。照射角度指所述深紫外线（DUV）30 与图形化的光刻胶膜层 21 所在平面之间的夹角。图形化的光刻胶膜层 21 经深紫外线（DUV）30 照射后，其性质发生了改变，使图形化的光刻胶膜层 21 抗 ICP（电感耦合等离子体）刻蚀的能力得到了提高。然后采用平台烘烤光刻胶回流技术将光刻胶图案形成类似如图 1d 所示的多个凸包形微结构图案。回流条件如下：烘烤温度为 400°C ，时间为 60 分钟。之后采用 ICP（电感耦合等离子体）蚀刻技术将此种图案转移到蓝宝石上如图 1e 所示，在蓝宝石衬底 10 表面形成多个凸包形的微结构 11，该微结构 11 正面为蒙古包形，其剖面轮廓线为弧线形。

由于图形化的光刻胶膜层 21 经深紫外线（DUV）30 照射后，抗 ICP（电感耦合等离子体）刻蚀的能力得到了提高，经刻蚀后得到的衬底表面没有出现常规下会被刻黑的情况，从而使衬底受到污染的问题得到解决。直接利用图形化的光刻胶膜层 21 做掩膜，刻蚀后衬底表面干



净、光滑，得到了优良的微结构图形，使不能直接利用常规光刻胶制造优良微结构图形的问题得到解决。采用所得衬底结构制备的发光二极管芯片，由于衬底未受到污染，减少了内部吸收，且衬底表面形成的蒙古包形微结构有效减少了界面反射及内部吸收，可有效改善外延生长的缺陷，有极高的发光效率。

实施例四

首先参照图 1a 所示，在蓝宝石衬底 10 上涂敷光刻胶，形成一层光刻胶膜层 20，光刻胶膜层 20 的厚度为 4 μ m。接着通过光刻工艺将光刻胶在衬底上图形化，形成所期望的图案如图 1b 所示，该图案为周期性规则排列的圆柱。然后利用深紫外线（DUV）30 对图形化的光刻胶膜层 21 进行照射如图 1c 所示，照射条件如下：选用波长为 100nm 的深紫外线，照射角度 0°，照射时间 1 秒。照射角度指所述深紫外线（DUV）30 与图形化的光刻胶膜层 21 所在平面之间的夹角。图形化的光刻胶膜层 21 经深紫外线（DUV）30 照射后，其性质发生了改变，使图形化的光刻胶膜层 21 抗 ICP（电感耦合等离子体）刻蚀的能力得到了提高。然后采用平台烘烤光刻胶回流技术将光刻胶图案形成类似如图 1d 所示的多个凸包形微结构图案。回流条件如下：烘烤温度为 400℃，时间为 60 分钟。之后采用 ICP（电感耦合等离子体）蚀刻技术将此图案转移到蓝宝石上如图 1e 所示，在蓝宝石衬底 10 表面形成多个凸包形的微结构 11，该微结构 11 正面为蒙古包形，其剖面轮廓线为弧线形。

由于图形化的光刻胶膜层 21 经深紫外线（DUV）30 照射后，抗 ICP（电感耦合等离子体）刻蚀的能力得到了提高，经刻蚀后得到的衬底表面没有出现常规下会被刻黑的情况，从而使衬底受到污染的问题得到解决。直接利用图形化的光刻胶膜层 21 做掩膜，刻蚀后衬底表面干净，且得到了优质的微结构图形，该微结构图形轮廓光滑，使不能直接利用常规光刻胶制造优良微结构图形的问题得到解决。采用所得衬底结构制备的发光二极管芯片，由于衬底未受到污染，减少了内部吸收，且衬底表面形成的优质的蒙古包形微结构有效减少了界面反射及内部吸收，可有效改善外延生长的缺陷，有极高的发光效率。

通过对比实验，从测试数据可以看出，实施例四中采用本发明所述衬底的管芯比采用普通蓝宝石衬底的管芯发光效率高 70%。

光刻工艺	刻蚀效果
常规光刻工艺	刻黑、图案不清晰
添加采用深紫外线照射光刻胶步骤的光刻工艺	未被刻黑，图案清晰，表面光洁

根据本发明的具体实施例，由于采用深紫外线（DUV）对光刻胶照射，提高了光刻胶抗 ICP



(电感耦合等离子体)刻蚀的能力。从而克服了常规下在制备衬底时,由于光刻胶经过 ICP 刻蚀后,光刻胶易被打入衬底里,衬底表面会被刻黑,从而使衬底受到污染的问题。由于本发明所述方法由于可有效减少刻蚀后衬底的污染,可减少发光二极管芯片的内部吸收,从而提高了发光二极管芯片的发光效率。此外,采用本发明所述方法制备的衬底结构,在衬底上形成了蒙古包形微结构,且该微结构可以有效减少界面反射,同时也可减少内部吸收,从而进一步提高了发光二极管的发光效率。

本发明中涉及的其他工艺条件为常规工艺条件,属于本领域技术人员熟悉的范畴,在此不再赘述。

上述实施例仅用以说明而非限制本发明的技术方案。任何不脱离本发明精神和范围的技术方案均应涵盖在本发明的专利申请范围当中。



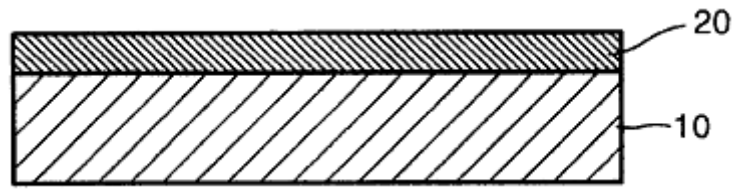


图 1a

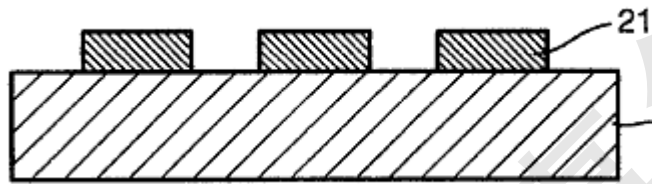


图 1b

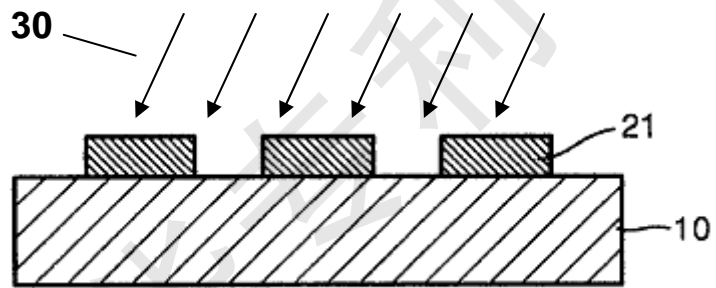


图 1c

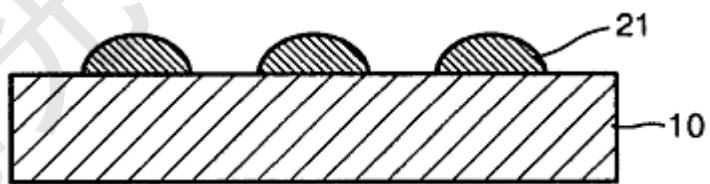


图 1d

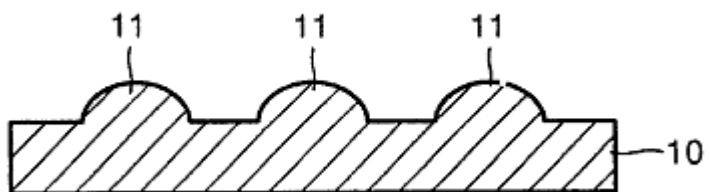


图 1e



一、电子领域技术资料准备的说明

技术/产品创新主要基于产品、设备的构造或生产工艺、控制方法的改进，则申请时应考虑提供：

- 1、已有技术/产品的不足：即说明与本专利的内容最相似的技术/产品，需要说明已有电路、产品/设备的主要结构、原理、实用效果，或已有控制方法的步骤、原理、效果，尤其指出与本专利相比，原有技术存在的缺点或不足之处。如有引用文献，需要说明出处；如有参考产品，指出其型号、厂家。对原有技术或电路的介绍尽可能详细，可附结构原理图、电路图或流程图。
- 2、本专利的内容：应说明本专利达到目的或解决问题的技术手段。包括产品、电路的组成、结构，尤其说明各组成部分之间的相互关系，例如连接关系、被作用的工作电流或信号的走向。对于方法，应当说明本方法的主要思路、步骤。写明本专利的工作原理，本专利与现有技术的区别点。
- 3、本专利的效果：有益效果可以由工作性能的提高，制作成本、能量损耗的减少，产率和精度的提高，稳定性的增加，操作、控制、使用的简便，以及其他有用性能的出现等方面反映出来。
- 4、附图与说明：产品构造或装置或设备的图解，图应以电子制图或流程图的标准绘制，而非扫描图。使专利工作人员可直接在附图上编辑修改，实用新型申请必须带附图。
- 5、本专利的具体实施例：对照附图，说明本专利的具体实施方式，必须有详细的工作机理，包括附图中各具体器件功能介绍、及流程图中具体各个流程的功能。最好提供相应的技术参数、数据来具体说明有益效果，可同时提供原有技术的参数数据进行对比。

二、软件领域技术资料准备的说明

以软件系统及实现方法为主：技术/产品创新主要基于软件系统、软件算法，则申请时应考虑提供：

- 1、已有软件/算法的不足：即说明与本专利的内容最相似的软件/算法，需要说明已有软件是由哪些模块主要组成，各模块的连接关系，各模块的作用，可结合模块组成图(若是软件算法，可说明已有算法具体包括什么步骤，可结合流程图)；

同时指出已有软件/算法的效果如何,尤其指出与本专利相比,原有软件/算法存在的缺点或不足之处。如有引用文献,需要说明出处。对原有技术的介绍尽可能详细,可附模块组成图、算法流程图。

2、本专利的内容:应说明本专利达到目的或解决问题的技术手段,包括软件是由哪些模块主要组成,各模块的连接关系,各模块的作用,可结合模块组成图(若是软件算法,可说明已有算法具体包括什么步骤,可结合流程图)。写明本专利的工作原理,本专利与现有技术的区别点。本部分可结合图表说明。

3、本专利的效果:有益效果可以由工作性能的提高,制作成本、能量损耗的减少,稳定性的增加,操作、控制、使用的简便,以及其他有用性能的出现等方面反映出来。

4、附图与说明:软件模块组成、算法流程的图解,附图应以电子制图或流程图的标准绘制,而非扫描图。使专利工作人员可直接在附图上编辑修改,实用新型申请必须带附图。

5、本专利的具体实施例:对照附图,说明本专利的具体实施方式,必须有详细的描述,包括附图中各具体模块功能介绍、及流程图中具体各个流程的功能。最好提供相应的技术参数、数据来具体说明有益效果,可同时提供原有技术的参数数据进行对比。

三、通信领域技术资料准备的说明

专利申请以通信产品、设备、技术为主,产品/设备的创新主要基于产品、设备的构造,技术的创新主要基于技术手段的改进,则申请时应考虑提供:

1、已有技术/产品的不足:即说明与本专利的内容最相似的技术/产品,需要说明已有技术/产品的主要结构、原理、实用效果,尤其指出与本专利相比,原有技术/产品存在的缺点或不足之处。如有引用文献,需要说明出处;如有参考产品,指出其型号、厂家。对原有技术的介绍尽可能详细,可附结构原理图。

2、本专利的内容:应说明本专利达到目的或解决问题的技术手段。包括产品的组成、结构,尤其说明各组成部分之间的相互关系,例如连接关系、被作用的工作电流或信号的走向;还包括技术方法的实现过程,先后顺序,尤其重点说明改进的步骤在哪里。写明本专利的工作原理,本专利与现有技术的区别点。

3、本专利的效果：有益效果可以由工作性能的提高，制作成本、能量损耗的减少，稳定性的增加，操作、控制、使用的简便，以及其他有用性能的出现等方面反映出来。

4、附图与说明：产品构造或装置或设备的图解，图应以电子制图或流程图的标准绘制，而非扫描图。使专利工作人员可直接在附图上编辑修改，实用新型申请必须带附图。

5、本专利的具体实施例：对照附图，说明本专利的具体实施方式，必须有详细的工作机理，包括附图中各具体器件功能介绍、及流程图中具体各个流程的功能。最好提供相应的技术参数、数据来具体说明有益效果，可同时提供原有技术的参数数据进行对比。

四、半导体域技术资料准备的说明

专利申请以产品、方法为主：产品/方法的创新主要基于产品的构造及工艺方法的步骤，则申请时应考虑提供：

1、本专利的任务是什么，或要解决的技术问题是什么？

2、已有产品/方法的不足：即说明与本专利的内容最相似的产品/方法，需要说明已有产品的主要结构、原理、实用效果，或已有工艺、方法的步骤、实用效果，尤其指出与本专利相比，原有产品/方法存在的缺点或不足之处。如有引用文献，需要说明出处；如有参考产品，指出其型号、厂家。对原有技术的介绍尽可能详细，可附结构原理图。

3、本专利的内容：应说明本专利达到目的或解决问题的技术手段。包括产品的组成、结构，尤其说明各组成部分之间的相互关系，例如连接关系、被作用的工作电流或信号的走向。或工艺、方法的流程步骤，还需说明各步骤涉及的重要工艺参数（如时间、温度等）、重要公式。写明本专利的工作原理，本专利与现有技术的区别点。

4、本专利的效果：有益效果可以由工作性能的提高，制作成本、能量损耗的减少，稳定性的增加，操作、控制、使用的简便，以及其他有用性能的出现等方面反映出来，对于工艺、材料的改进，还需给出实验数据加以证明。

5、附图与说明：产品构造或装置或设备的图解，图应以电子制图或流程图的标准绘制，而非扫描图。使专利工作人员可直接在附图上编辑修改，实用新型申请必须带附图。工艺、方法可提供流程图。

6、本专利的具体实施例：对照附图，说明本专利的具体实施方式，必须有详细的操作步骤、工作机理，包括附图中各具体器件功能介绍、及流程图中具体各个流程的功能。最好提供相应的技术参数、数据来具体说明有益效果，可同时提供原有技术的参数数据进行对比。

更详细的信息，您可以咨询上海光华专利事务所电子通信部经理，李律师，
021-51096606*840；email:lyp@iprtop.com。

关于我们的情况，您可以浏览网页：<http://www.iprtop.com>