

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102263173 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 30

(21) 申请号 201010185791. 1

(22) 申请日 2010. 05. 28

(71) 申请人 展晶科技(深圳)有限公司

地址 518109 广东省深圳市宝安区龙华街道  
办油松第十工业区东环二路二号

申请人 荣创能源科技股份有限公司

(72) 发明人 洪梓健 沈佳辉

(51) Int. Cl.

H01L 33/20(2010. 01)

H01L 33/22(2010. 01)

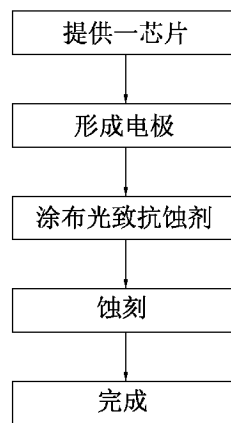
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

发光二极管及其制造方法

(57) 摘要

一种发光二极管,包括基板、位于该基板上的发光结构、及设置于该发光结构上的电极,其中该发光结构的外表面为发光二极管的出光面,所述出光面与电极相连接的部分为平滑面,出光面位于电极周围的部分至少一部分为粗糙面,该发光二极管的制造方法包括以下步骤:提供一芯片,该芯片包括基板及形成于基板上的发光结构;在发光结构上形成电极;在该发光结构的外表面及电极上涂布光致抗蚀剂;蚀刻去除光致抗蚀剂,使发光结构的外表面及电极的外表面粗化,从而改变与外界界面的几何形状,提升发光二极管的出光率,从而提升发光二极管的亮度。



1. 一种发光二极管,包括基板、位于该基板上的发光结构、及设置于该发光结构上的电极,其中该发光结构的外表面为发光二极管的出光面,其特征在于:所述出光面与电极相连接的部分为平滑面,出光面位于电极周围的部分至少一部分为粗糙面。

2. 如权利要求 1 所述的发光二极管,其特征在于:所述出光面位于电极周围的部分全部为粗糙面。

3. 如权利要求 1 所述的发光二极管,其特征在于:所述电极的外表面为粗糙面。

4. 如权利要求 1 所述的发光二极管,其特征在于:所述基板与发光结构连接的面为粗糙面,用于将射向基板的光漫反射向出光面。

5. 如权利要求 1 至 4 中任意一项所述的发光二极管,其特征在于:所述粗糙面粗化的高度范围为 0.1-1 微米,粗化大小为 0.1-10 微米。

6. 一种发光二极管的制造方法,包括以下步骤:

提供一芯片,该芯片包括基板及形成于基板上的发光结构;

在发光结构上形成电极;

在该发光结构的外表面及电极上涂布光致抗蚀剂;

蚀刻去除光致抗蚀剂,使发光结构的外表面及电极的外表面粗化。

7. 如权利要求 6 所述的发光二极管的制造方法,其特征在于:所述光致抗蚀剂涂布于发光结构远离基板的侧面上,使侧面粗化。

8. 如权利要求 6 所述的发光二极管的制造方法,其特征在于:所述光致抗蚀剂涂布之前,还包括在所述电极上涂布保护层。

9. 如权利要求 6 所述的发光二极管的制造方法,其特征在于:所述发光结构生长于基板上,在生长发光结构之前,还包括蚀刻粗化基板,所述发光结构由基板被粗化的一侧生长。

10. 如权利要求 6 所述的发光二极管的制造方法,其特征在于:所述蚀刻为感应耦合等离子体蚀刻。

## 发光二极管及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种发光二极管,尤其涉及一种发光二极管的制造方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着人们对半导体发光材料研究的不断深入以及发光二极管(LED)制造技术的不断改进,发光二极管的发光效率以及色彩方面均取得了相当大的突破,使发光二极管应用领域跨越至高效率照明光源市场成为可能。然而,发光二极管产生的光只有在小于临界角的情况下才能射出至外界,否则由于内部反射等原因,大量的光将在发光二极管内部损失掉,无法射出至外界,导致发光二极管的出光率低下,亮度不高。因而有必要寻求一种能有效提升发光二极管的出光率的制造方法及由此得到的高亮度的发光二极管。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,有必要提供一种高亮度的发光二极管及其制造方法。

[0004] 一种发光二极管,包括基板、位于该基板上的发光结构、及设置于该发光结构上的电极,其中该发光结构的外表面为发光二极管的出光面,所述出光面与电极相连接的部分为平滑面,出光面位于电极周围的部分至少一部分为粗糙面。

[0005] 一种发光二极管的制造方法,包括以下步骤:提供一芯片,该芯片包括基板及形成于基板上的发光结构;在发光结构上形成电极;在该发光结构的外表面及电极上涂布光致抗蚀剂;蚀刻去除光致抗蚀剂,使发光结构的外表面及电极的外表面粗化。

[0006] 与现有技术相比,本发明通过使发光二极管的出光面粗化,改变与外界界面的几何形状,提升发光二极管的出光率,从而提升发光二极管的亮度。

### 附图说明

[0007] 下面参照附图结合实施例对本发明作进一步说明。

[0008] 图1为本发明一较佳实施例发光二极管的制造方法流程图。

[0009] 图2为用于制造本发明发光二极管的芯片的结构示意图。

[0010] 图3为图2所示芯片涂布光致抗蚀剂后的示意图。

[0011] 图4为图3所示芯片蚀刻后形成的发光二极管的结构示意图。

[0012] 图5为通过本发明制造方法形成的另一发光二极管的结构示意图。

[0013] 图6为通过本发明制造方法形成的又一发光二极管的结构示意图。

[0014] 图7为通过本发明制造方法形成的再一发光二极管的结构示意图。

[0015] 主要元件符号说明

[0016] 基板 10、710

[0017] 芯片 100

[0018] N型半导体层 20

[0019] 光致抗蚀剂 200

[0020]	上表面	22、52、62、72
[0021]	漫反射面	24
[0022]	发光层	30
[0023]	P 型半导体层	40
[0024]	发光二极管	400、500、600、700
[0025]	粗糙面	422、452、462、472、590
[0026]	电流扩散层	50
[0027]	电极	60、70
[0028]	发光结构	90

### 具体实施方式

[0029] 图 1 所示为本发明发光二极管制造方法的流程图,该制造方法主要包括以下步骤:首先提供一芯片,该芯片包括基板及形成于基板上的发光结构;然后在发光结构上形成电极;之后即在该发光结构的外表面及电极上涂布光致抗蚀剂;进而蚀刻去除光致抗蚀剂,使发光结构的外表面及电极的外表面粗化,使芯片所产生的光能在多次反射后经由粗化后的出光面射出,提高芯片的出光率,从而得到高亮度的发光二极管。下面结合具体的实施例说明本发明发光二极管制造方法及由本发明发光二极管制造方法所得到的优异的发光二极管。

[0030] 如图 2 所示,用于制造本发明发光二极管的芯片 100 可为一普通半导体芯片,包括基板 10 及形成于该基板 10 上的发光结构 90。本实施例中,基板 10 为蓝宝石 (Sapphire),发光结构 90 依序包含 N 型半导体层 20、发光层 30、P 型半导体层 40、及电流扩散层 50,其中 N 型半导体层 20、发光层 30、P 型半导体层 40 的材料为氮化铝镓 ( $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ,其中  $0 \leq x \leq 1$ ;  $0 \leq y \leq 1$ ;且  $x+y \leq 1$ )。本实施例中,电流扩散层 50 上形成有 P 型电极 60,而 N 型半导体层 20 上形成有 N 型电极 70。在其它实施例中,芯片也可为垂直结构,即其 P 型电极与 N 型电极分别置于芯片的相对两侧。

[0031] N 型半导体层 20 是通过化学气相沉积法 (Chemical Vapor Deposition, CVD),例如有机金属化学气相沉积法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD),或是分子束磊晶 (Molecular Beam Epitaxy, MBE) 直接生长于基板 10 上,发光层 30 形成于 N 型半导体层 20 与 P 型半导体层 40 之间,然后通过蚀刻裸露出部分 N 型半导体层 20,再利用蒸镀、溅镀等物理沉积方法将 N 型电极 70 设置于 N 型半导体层 20 的裸露部分之上。

[0032] 电流扩散层 50 为透明结构,形成于 P 型半导体层 40 之上,以提高电流的分布,增强芯片 100 的发光效率。所述电流扩散层 50 的材料可为镍金合金 (Ni-Au Alloy)、氧化铟锡 (Indium Tin Oxide, ITO)、氧化铟锌 (Indium Zinc Oxide, IZO)、氧化铟钨 (Indium Tungsten Oxide, IWO)、氧化铟镓 (Indium Gallium Oxide, IGO) 等。类似地,P 型电极 60 亦可通过蒸镀、溅镀等物理沉积方法形成于于电流扩散层 50 之上。

[0033] 然后在芯片 100 的外表面涂布光致抗蚀剂 200,该光致抗蚀剂 200 可为丙二醇甲醚醋酸酯 (Propylene Glycol Mono-methyl Ether Acetate, PGMEA) 或聚甲基丙烯酸甲酯 (Polymethylmethacrylate, PMMA) 等材料。如图 3 所示,本实施例中,光致抗蚀剂 200 是涂布于芯片 100 的出光面上,即涂布于电流扩散层 50 的上表面 52 (如图 2 所示) 以及 N 型半

导体层 20 的裸露部分的上表面 22 上（如图 2 所示），并完全覆盖 P 型电极 60 与 N 型电极 70。优选地，光致抗蚀剂 200 的厚度为 0.4 微米左右。

[0034] 然后即可将带有光致抗蚀剂 200 的芯片 100 置入感应耦合等离子体蚀刻机（Inductively Coupled Plasma Etcher, ICP Etcher）中进行蚀刻，由于光致抗蚀剂 200 的主成分为有机化合物，置放于高功率，如 300w 下会产生碳化及聚集的现象，因此可得到不规则的图案，从而通过感应耦合等离子体蚀刻，当光致抗蚀剂 200 消失时，芯片 100 涂布有光致抗蚀剂 200 的外表面会被粗化，改变芯片 100 与外界的界面形状，使芯片 100 所产生的光能在多次反射后经由粗化后的外表面的合适的位置射出，提高出光率，得到高亮度的发光二极管。

[0035] 图 4 所示即为图 3 中芯片 100 蚀刻后所形成的发光二极管 400 的结构示意图，由于是将光致抗蚀剂 200 涂布于电流扩散层 50 的上表面 52 以及 N 型半导体层 20 的裸露部分的上表面 22（如图 2 所示）上，并完全覆盖 P 型电极 60 与 N 型电极 70，蚀刻后，透明电流扩散层 50 的上表面 52（如图 2 所示）形成粗糙面 452、N 型半导体层 20 裸露部分的上表面 22 形成粗糙面 422、P 型电极 60 的上表面 62（如图 2 所示）形成粗糙面 462、N 型电极 70 的上表面 72（如图 2 所示）形成粗糙面 472，所述粗糙面 452、422、462、472 的高度范围为 0.1 ~ 1 微米，大小为 0.1 ~ 10 微米。

[0036] 由于 P 型电极 60、N 型电极 70 是在蚀刻之前形成的，因此在蚀刻完成之后，P 型半导体层 40 与 P 型电极 60 连接的位置以及 N 型半导体层 20 与 N 型电极 70 连接的位置并未被粗化，仍然为平坦面，保持 P 型电极 60、N 型电极 70 与 P 型半导体层 40 及 N 型半导体层 20 之间的电性接触，有效避免电极直接形成于粗糙面上可能出现的漏电或电压上升等问题。而出光面位于 P 型电极 60 与 N 型电极 70 外围的部分，即电流扩散层 50 上的粗糙面 452、N 型半导体层 20 上的粗糙面 422 改变了发光二极管 400 与外界的界面形状，改变了光射向出光面的入射角，从而发光层 30 所产生的光更容易经由粗糙面 452、422 出至外界照明，提升发光二极管 400 的亮度。

[0037] 通过对 1000 颗以上的发光二极管 400 进行测试，在使用 350mA 电流的条件下，未经粗化处理的发光二极管的平均电压为 3.92V、平均波长为 398.26nm、平均亮度为 137.487mW，而经过粗化处理的发光二极管 400 的平均电压为 3.94V，平均波长为 398.84nm，平均亮度为 164.551mW，其数据如表 1 及表 2 所示：

[0038] 表 1 未经粗化处理的发光二极管

[0039]

测试项目	下限	上限	平均值
电压 (V)	3.0	4.0	3.92
亮度 (mW)	5.0	300.0	137.487
波长 (nm)	300.0	500.0	398.26

[0040]

[0041] 表 2 经过粗化处理的发光二极管

[0042]

测试项目	下限	上限	平均值
电压 (V)	3.0	4.0	3.94
亮度 (mW)	5.0	300.0	164.551
波长 (nm)	300.0	500.0	398.84

[0043] 由此验证,本发明的发光二极管制造方法包含下列优点:

[0044] (一) 大幅提高发光二极管的发光效益(发光二极管粗化前后的亮度差异近30mW);

[0045] (二) 不会影响发光二极管的电性(发光二极管粗化前后的平均电压未有显著差异);及

[0046] (三) 不会破坏发光二极管之结构(发光二极管粗化前后的波长未有显著的位移)。

[0047] 实际上,光致抗蚀剂 200 涂布于芯片 100 上的位置决定了蚀刻之后芯片 100 被粗化的外表面的位置,如图 5 所示为由本发明制造方法所得到的另一发光二极管 500 的结构示意图,作为本发明地进一步改进,在制造时将光致抗蚀剂 200 涂布于发光结构 90 的整个外表面上,包括发光结构 90 的出光面以及侧面,从而在蚀刻之后不仅电流扩散层 50 上与 N 型半导体层 20 上形成粗糙面 452、422,发光结构 90 的侧面亦被粗化形成粗糙面 590。从而发光层 30 所产生的光线不仅可由发光二极管 500 顶部出光面,即粗糙面 452、422 射出,还可由侧面的粗糙面 590 射出,更进一步能提高发光二极管 500 之出光率。

[0048] 图 6 所示为由本发明制造方法所得到的又一发光二极管 600 的结构示意图,其不同之处在于:在涂布光致抗蚀剂 200 之前,先在 P 型电极 60 与 N 型电极 70 上覆盖一保护层,从而在蚀刻中由于保护层的存在,P 型电极 60 与 N 型电极 70 的上表面 62、72 并未被粗化,仍为平滑面。所述保护层的材料可为二氧化硅 (Silicon Dioxide, SiO<sub>2</sub>)、氮化硅 (Silicon Nitride, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) 等。蚀刻完成之后,可将保护层浸入化学溶液中,以超音波震荡加上紫外光 (UV) 照射提高溶液温度的方式加速保护层与化学溶液之间的化学反应去除保护层。所述化学溶液的温度大约高至 150℃ 左右,对于二氧化硅、氮化硅保护层,化学溶液可选择缓冲氧化蚀刻液 (Buffer Oxide Etcher, BOE)。

[0049] 图 7 所示为由本发明制造方法所得到的再一发光二极管 700 的结构示意图,其不同之处在于:基板 710 与发光结构 90 接触的面被粗化形成漫反射面 24,从而可有效地将发光层 30 射向基板 710 的光反射向出光面,即粗糙面 452、422。该漫反射面 24 的形成是在成长发光结构 90 之前,类似于出光面的粗化,也可在基板 710 上涂布光致抗蚀剂 200 并置入感应耦合等离子体蚀刻机中蚀刻,从而在基板 710 上形成粗化的漫反射面 24,之后即可在漫反射面 24 上成长发光结构 90 并粗化发光结构 90 的出光面,形成发光二极管 700。发光层 30 所产生的光部分射向基板 710,在漫反射面 24 处发生漫反射,以不同的角度射向发光二极管 700 的粗化后的出光面,提高发光二极管 700 内部的光向外界射出的机会,因而增加发光二极管 700 的出光率。

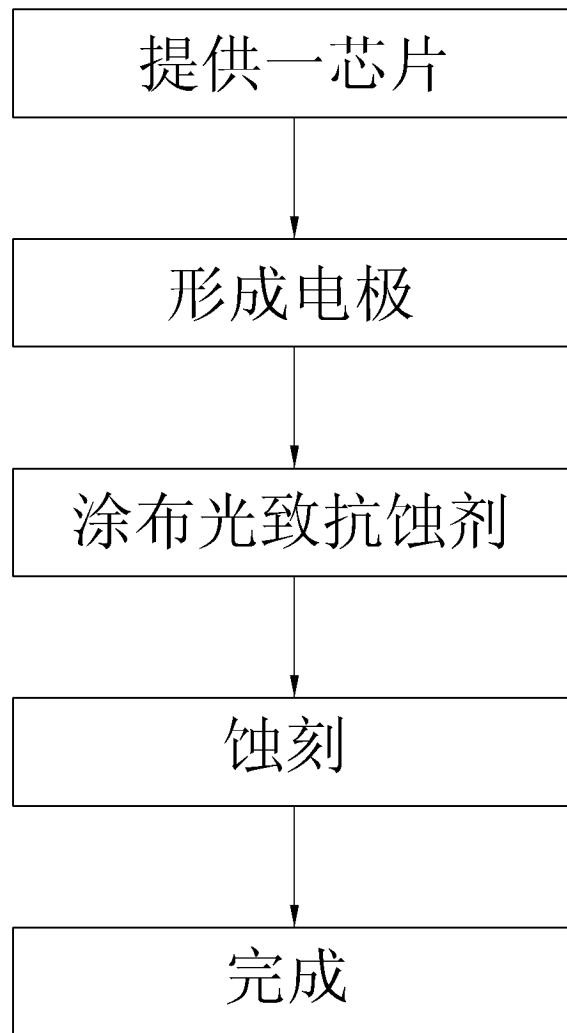


图 1

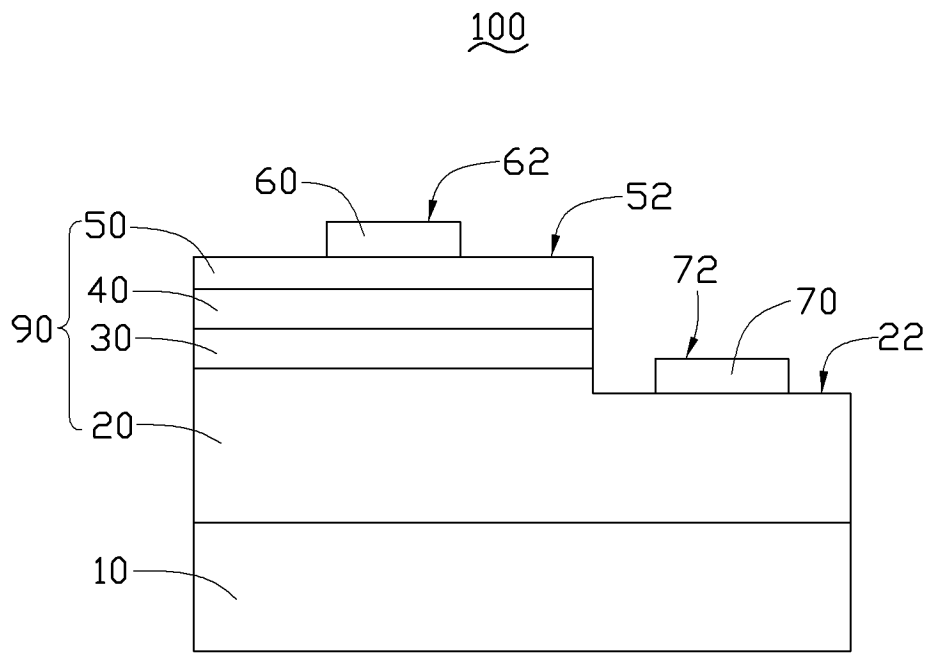


图 2

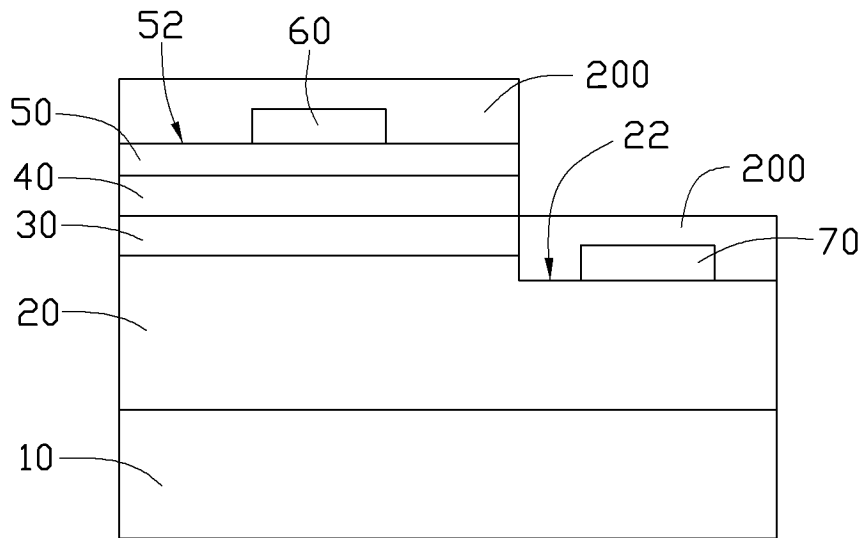


图 3



400

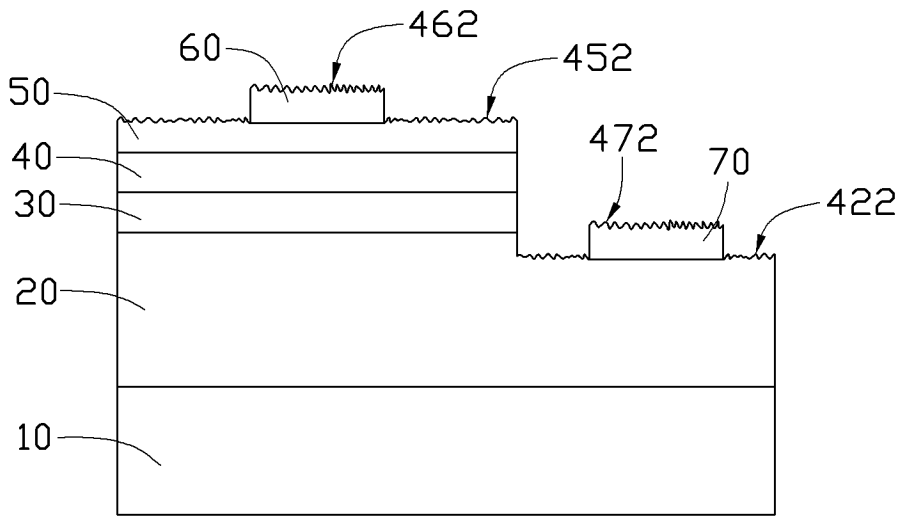


图 4

500

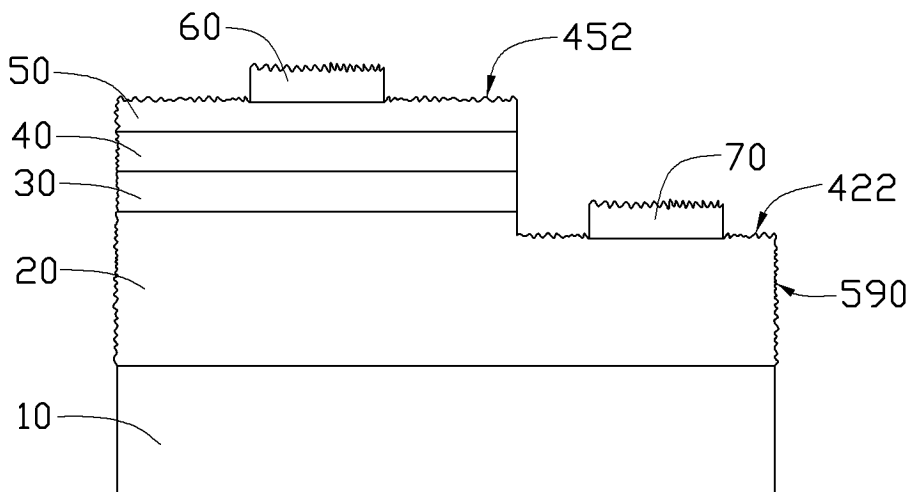


图 5

600

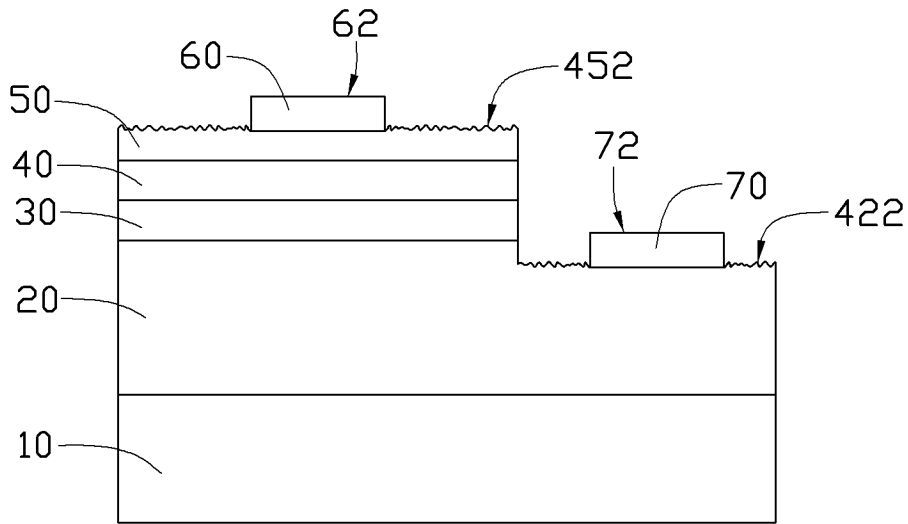


图 6

700

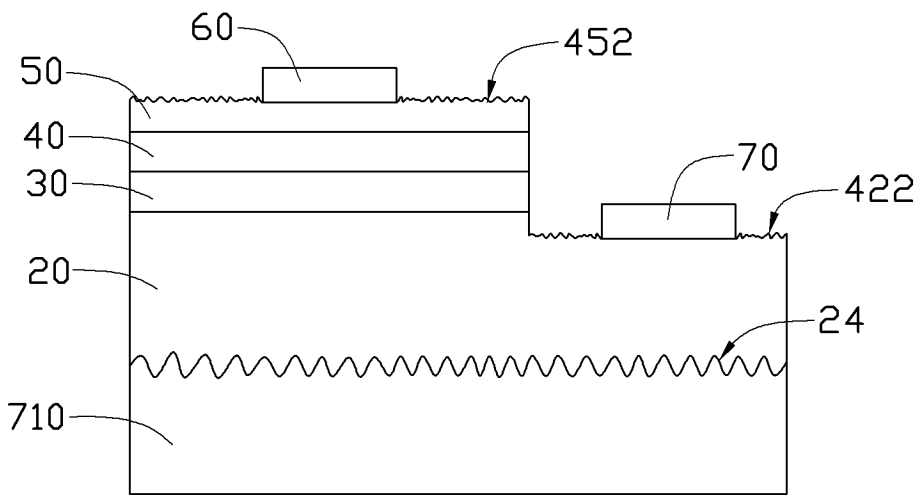


图 7