

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101420001 B

(45) 授权公告日 2012. 02. 22

(21) 申请号 200710167304. 7

审查员 王娜

(22) 申请日 2007. 10. 22

(73) 专利权人 泰谷光电科技股份有限公司  
地址 中国台湾南投县

(72) 发明人 刘育全

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限  
责任公司 11240

代理人 章社泉 吴贵明

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 昭 50-8889 , 1975. 04. 08, 摘要, 附图 1、  
2.

US 2005/0179130 A1, 2005. 08. 18, 附图 2、  
18 及其相关文字说明 .

JP 特开 2001-44121 A, 2001. 02. 16, 说明书  
第 10 栏第 12 行 .

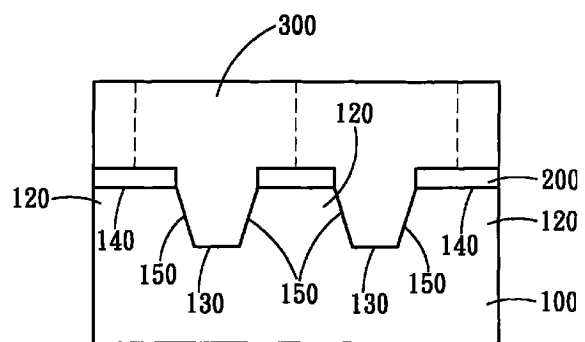
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 6 页

(54) 发明名称

自我接合磊晶的方法

(57) 摘要

一种自我接合磊晶的方法, 是在半导体发光元件的基板表面形成钝化层, 并蚀刻出形成凹部及上方具有该钝化层的凸部, 然后于凹部的底面开始磊晶, 该磊晶层会先填满这些凹部, 然后再覆盖这些凸部并且开始自我接合向上磊晶完成该磊晶层结构。通过自我接合磊晶成长技术可以避免磊晶参数误差所导致孔洞的产生, 降低缺陷密度, 提高磊晶层的质量, 进而提升内部量子效率。



1. 一种自我接合磊晶的方法,是在半导体发光元件的一基板(100)表面形成多个使光散射或绕射的凹部(110)及凸部(120)的结构后的磊晶方法,其特征在于:

在所述基板(100)表面形成一钝化层(200),并定义出形成多个凹部(110)的蚀刻区域;

对所述基板(100)进行蚀刻,在所述蚀刻区域蚀刻出多个具有自然晶格的斜面(150)与底面(130)的所述凹部(110),以及上方为平面(140)且具有所述钝化层(200)的所述凸部(120),其中所述凹部(110)完全被所述钝化层(200)暴露出;以及

在所述凹部(110)的所述底面(130)开始磊晶一平面结构的磊晶层(300),其中所述磊晶层(300)会先填满所述多个凹部(110),然后再完全覆盖所述多个凸部(120)上方的钝化层(200),并且开始自我接合向上磊晶完成所述磊晶层(300)。

2. 根据权利要求1所述的自我接合磊晶的方法,其特征在于,所述基板(100)是蓝宝石、碳化硅、硅、砷化镓和氮化铝基板其中之一。

3. 根据权利要求1所述的自我接合磊晶的方法,其特征在于,所述钝化层(200)的材质包括二氧化硅。

4. 根据权利要求1所述的自我接合磊晶的方法,其特征在于,所述多个凹部(110)的形状为多边形。

5. 根据权利要求1所述的自我接合磊晶的方法,其特征在于,所述多个凹部(110)与凸部(120)的构成边是 $0.01\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 。

6. 根据权利要求1所述的自我接合磊晶的方法,其特征在于,所述多个凹部(110)的深度为 $0.01\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 。

7. 根据权利要求1所述的自我接合磊晶的方法,其特征在于,所述磊晶层(300)的材质为氮化镓、氮化铟镓、氮化铝镓、氮化铟铝镓和磷氮化镓所组成的组其中之一。

8. 根据权利要求1所述的自我接合磊晶的方法,其特征在于,所述蚀刻制程可以延长蚀刻时间,直到所述多个凸部(120)的剖面为尖形,成为多个尖形凸部(121),且所述钝化层(200)被除去。

9. 根据权利要求4所述的自我接合磊晶的方法,其特征在于,所述多个凹部(110)的形状为四边形、圆形、三角形或星形。

## 自我接合磊晶的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体发光元件,尤其是一种自我接合磊晶形成半导体发光元件的磊晶层的方法。

### 背景技术

[0002] 传统半导体发光元件的制作为标准的矩型外观,因为一般半导体材料与封装材料的折射率相差很多,使得全反射角小,所以半导体发光元件所产生的光到达与空气的界面时,大于临界角的光将产生全反射回到发光元件晶粒内部。此外,矩形的四个截面互相平行,光子在交界面离开半导体的机率变小,让光子只能在内部全反射直到被吸收殆尽,使光转成热的形式,造成发光效果不佳。

[0003] 因此,改变光的反射是一个有效提升发光效率的方法,因此现有的作法是在基板 10 的表面部分形成使发光区域产生光散射或绕射的凹部 11 及凸部 12 的结构(如图 1 所示),进而使外部量子效率提高,形成高光取出率的结构。

[0004] 但是,这些凹部 11 及凸部 12 的结构却也造成后续磊晶制程的困难,一般需要适当控制磊晶条件,才可得到平坦且无孔洞的半导体层,来提高光取出率的目的,然而磊晶的参数例如温度、压力、气流、五三族比(生成时 V 族与 III 族的原料供给量比)、杂质掺杂等都会影响磊晶横向及侧向成长的速率改变。请参照图 2 所示,磊晶时磊晶层 20 会在这些凹部 11 的底面 13 及凸部 12 上方的平面 14 开始磊晶,当磊晶层 20 在凸部 12 上的侧向成长速率高于凹部 11 的侧向成长速率时,常常容易因为相互挤压,导致磊晶层 20 完成后有孔洞 21 的产生(如图 3 所示)。这些孔洞 21 为半导体发光元件产生的光在内部损失,内部量子效率降低,影响发光元件的发光效率与使用寿命。

### 发明内容

[0005] 为解决上述技术问题,本发明的目的在于:提供一种自我接合磊晶的方法,在磊晶成长时可以避免磊晶参数误差所导致孔洞产生,降低缺陷密度,提高磊晶层的质量,进而提升内部量子效率。

[0006] 本发明的另一目的在于:提供自我接合磊晶的磊晶层,将该磊晶层应用于发光元件,可避免磊晶参数误差所导致孔洞产生,达到高生产量率的目的,并且可提高发光元件的发光效率与使用寿命。

[0007] 本发明的方法,是在半导体发光元件的一基板表面形成多个使光散射或绕射的凹部及凸部结构后的磊晶方法,其包括:在该基板表面形成一钝化层,该钝化层的材质包括二氧化硅( $\text{SiO}_2$ ),并定义出形成这些凹部的蚀刻区域;然后对该基板进行蚀刻,于前述蚀刻区域蚀刻出多个具有自然晶格的斜面与底面的凹部,及上方为平面且具有该钝化层的凸部;以及在前述凹部的底面开始磊晶一磊晶层,其中该磊晶层会先填满这些凹部,然后再覆盖这些凸部且开始自我接合向上磊晶完成该磊晶层结构。

[0008] 其中该基板是蓝宝石(Sapphire)、碳化硅(SiC)、硅(Si)、砷化镓(GaAs)和氮化

铝 (AlN) 基板其中之一。该磊晶层的材质为氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化铝镓 (AlGaIn)、氮化铟铝镓 (InAlGaIn) 或磷氮化镓 (GaNP) 所组成的组其中之一。

[0009] 其中这些凹部形状为四边形、圆形、三角形、星形或多边形所组成的组其中之一。这些凹部与凸部的构成边是  $0.01\ \mu\text{m}$  至  $100\ \mu\text{m}$ , 这些凹部的深度  $0.01\ \mu\text{m}$  至  $100\ \mu\text{m}$ 。

[0010] 本发明进一步在该蚀刻制程可以延长蚀刻时间, 在前述蚀刻区域蚀刻出多个具有自然晶格斜面与底面的凹部, 直到这些凸部的剖面为尖形, 成为多个尖形凸部, 且该钝化层被除去; 然后在前述凹部的底面开始磊晶该磊晶层, 其中该磊晶层会先填满这些凹部, 然后再覆盖这些尖形凸部并且开始自我接合向上磊晶完成该磊晶层结构。

[0011] 本发明的优点在于, 利用蚀刻基板的技术在基板上形成具有自然晶格斜面图案的凹部, 再将半导体发光元件的磊晶层选择性成长于凹部的底面, 形成一种自我接合磊晶。本发明在磊晶成长时可以避免磊晶参数误差所导致孔洞产生, 降低缺陷密度, 提高磊晶层的质量, 进而提升内部量子效率, 可提高发光元件的发光效率与使用寿命。并且本发明因为制程简单, 可降低生产成本, 适合产业大量生产。

## 附图说明

[0012] 图 1 是传统的基板表面形成凹部与凸部的结构示意图,

[0013] 图 2 是传统的基板表面磊晶过程的示意图,

[0014] 图 3 是传统的基板表面磊晶后的结构示意图,

[0015] 图 4 是本发明的基板表面形成凹部及凸部的结构示意图,

[0016] 图 5-1 与图 5-2 是图 4 的基板表面磊晶过程的示意图,

[0017] 图 6 是图 4 的基板表面磊晶后的结构示意图,

[0018] 图 7 是本发明的基板表面形成尖形凸部的结构示意图,

[0019] 图 8-1 与 8-2 是图 7 的基板表面磊晶过程的示意图,

[0020] 图 9 是图 7 的基板表面磊晶后的结构示意图。

## 具体实施方式

[0021] 有关本发明的详细内容及技术说明, 现以实施例来作进一步说明, 但应了解的是, 这些实施例仅为例示说明之用, 而不应被解释为本发明实施的限制。

[0022] 本发明利用蚀刻基板的技术, 在半导体发光元件的基板上形成具有自然晶格斜面图案的凹部, 使发光区域产生光散射或绕射的凹部及凸部的结构, 使外部量子效率提高, 形成高光取出率的结构。

[0023] 本发明是在半导体发光元件的一基板 100 表面形成多个使光散射或绕射的凹部 110 及凸部 120 结构后的磊晶方法, 请参照图 4 所示, 本发明的方法是在该基板 100 表面形成一钝化层 200, 并在该钝化层 200 定义出形成这些凹部 110 的蚀刻区域。其中该基板 100 为蓝宝石 (Sapphire)、碳化硅 (SiC)、硅 (Si)、砷化镓 (GaAs) 和氮化铝 (AlN) 基板其中之一, 该钝化层 200 的材质包括二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ )。然后对该基板 100 进行蚀刻, 在前述蚀刻区域蚀刻出多个具有自然晶格的斜面 150 与底面 130 的凹部 110, 及上方为平面 140 且具有该钝化层 200 的凸部 120。其中这些凹部 110 形状为四边形、圆形、三角形、星形或多边形所组成的组其中之一。这些凹部 110 与凸部 120 的构成边是  $0.01\ \mu\text{m}$  至  $100\ \mu\text{m}$ , 并且这些凹部

110 的深度为  $0.01\ \mu\text{m}$  至  $100\ \mu\text{m}$ 。

[0024] 近年来,湿式蚀刻蓝宝石基板技术已经被广为发展研究,所以蚀刻蓝宝石基板已经不再是一项困难工作,本发明可利用蚀刻如蓝宝石基板等基板成具有自然晶格斜面图案的凹部 110。例如可使用湿式蚀刻溶液,硫酸:磷酸=5:2,加热至温度约  $270^{\circ}\text{C}$ ,即可蚀刻蓝宝石基板,当该钝化层 200 的方向平行蓝宝石基板的平边时,可以蚀刻出对称的复合界面,此复合界面上的斜面 150 与底面 130 的角度约为  $43^{\circ}$ ;当该钝化层 200 的方向垂直蓝宝石基板的平边时,可以蚀刻出自然晶格斜面,此自然晶格的斜面 150 与底面 130 的角度约为  $32^{\circ}$ ,以及晶格斜面的复合面,复合面的斜面 150 与底面 130 的角度约为  $60^{\circ}$ 。

[0025] 请再参照图 5-1 与 5-2 所示,然后再于前述凹部 110 的底面 130 开始磊晶一磊晶层 300(如图 5-1 所示),其中,该磊晶层的材质为氮化镓(GaN)、氮化铟镓(InGaN)、氮化铝镓(AlGaN)、氮化铟铝镓(InAlGaN)与磷氮化镓(GaNP)所组成的组其中之一。该磊晶层 300 只会选择性地成长于凹部 110 的底面 130,并不会成长于蚀刻所形成的斜面 150 上,也不会成长于凸部 120 上方的钝化层 200 上方,所以该磊晶层 300 会先稳定成长填满这些凹部 110(如图 5-2 所示),然后再覆盖这些凸部 120 并且开始自我接合向上磊晶完成该磊晶层 300 结构(如图 6 所示)。

[0026] 本发明也可增加对该基板 100 进行蚀刻的时间,直到该钝化层 200 被除去。如图 7 所示,本发明进一步可延长对基板 100 的蚀刻时间,在所述蚀刻区域蚀刻出多个具有自然晶格斜面 150 与底面 130 的凹部 110,而这些凸部 120 的剖面成为尖形,成为多个尖形凸部 121,直到该钝化层 200 被除去。然后再于前述凹部 110 的底面 130 开始磊晶一磊晶层 300(如图 8-1 所示),该磊晶层 300 只会选择性地成长于凹部 110 的底面 130,并不会成长于蚀刻所形成的斜面 150 上,也不会成长于该尖形凸部 121 的上方,所以该磊晶层 300 会先稳定成长填满这些凹部 110(如图 8-2 所示),然后再覆盖这些尖形凸部 121 并且开始自我接合向上磊晶完成该磊晶层 300 结构(如图 9 所示)。

[0027] 本发明的自我接合磊晶技术,在磊晶成长时可以避免磊晶参数误差所导致孔洞产生,降低缺陷密度,提高磊晶层的质量,进而提升内部量子效率,可提高发光元件的发光效率与使用寿命。并且本发明因为工艺简单,可降低生产成本,适合产业大量生产。

[0028] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明。在上述实施例中,本发明可以有各种更改和变化。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。

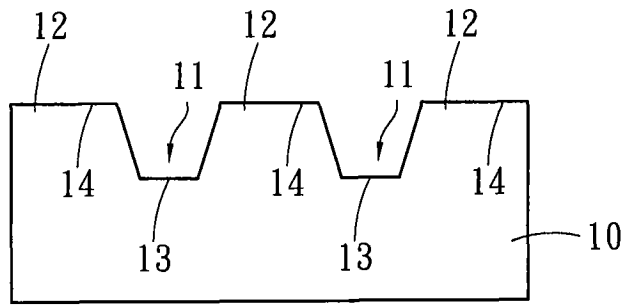


图 1

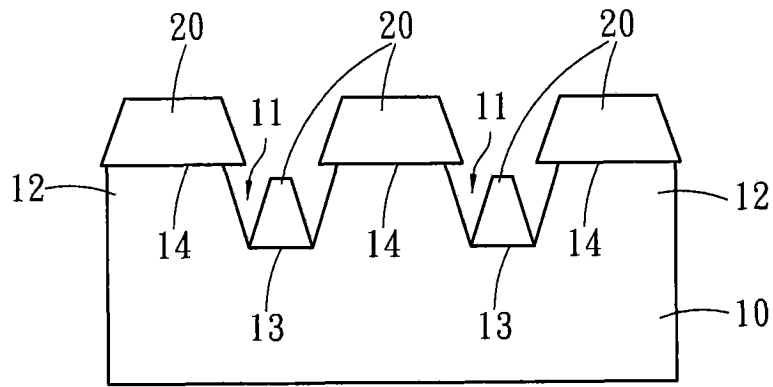


图 2

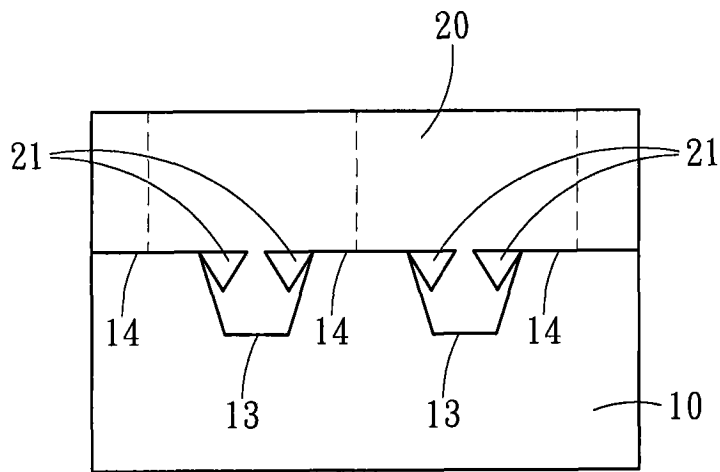


图 3

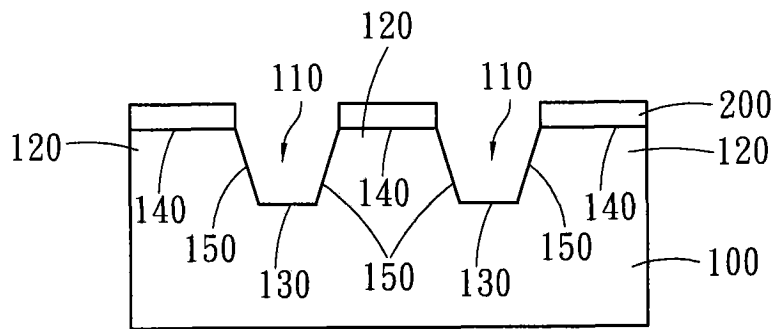


图 4

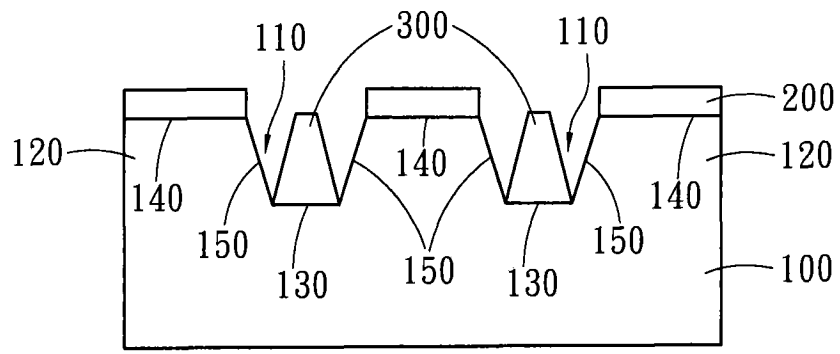


图 5-1

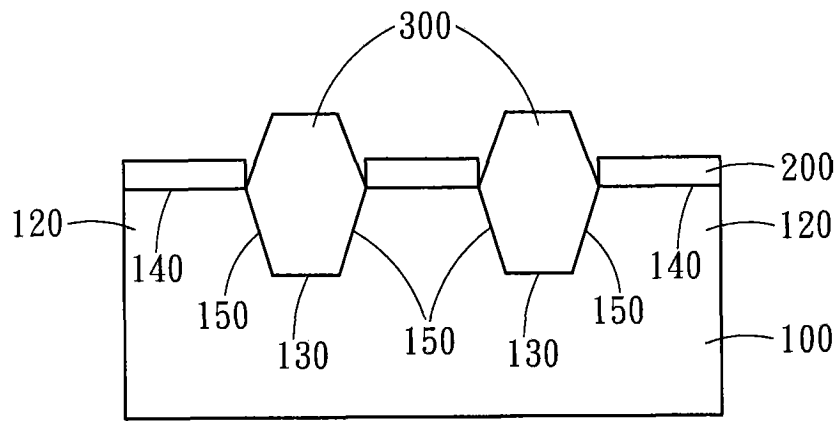


图 5-2



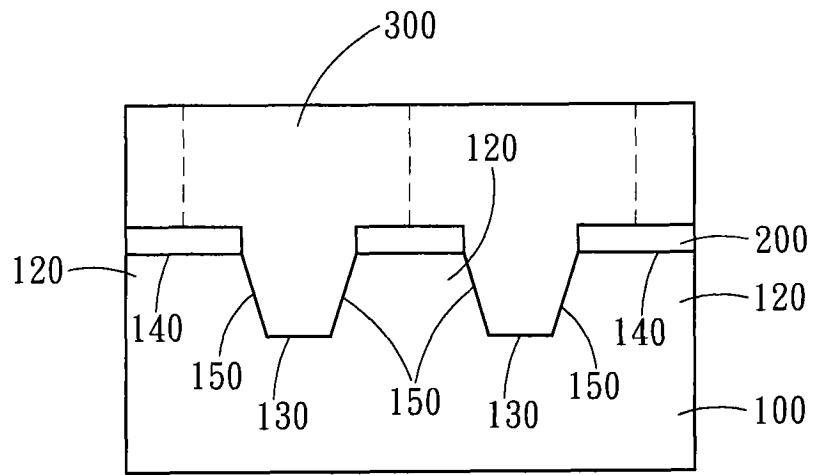


图 6

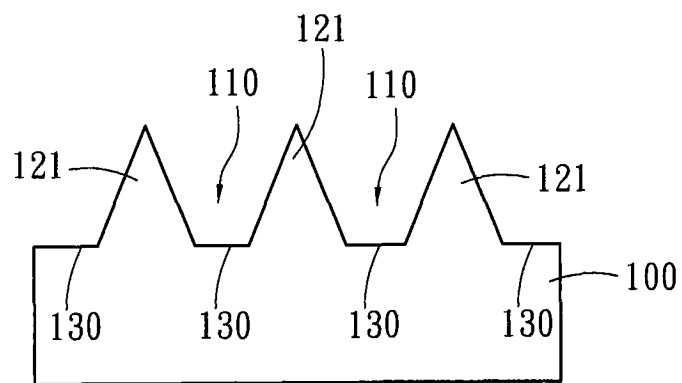


图 7

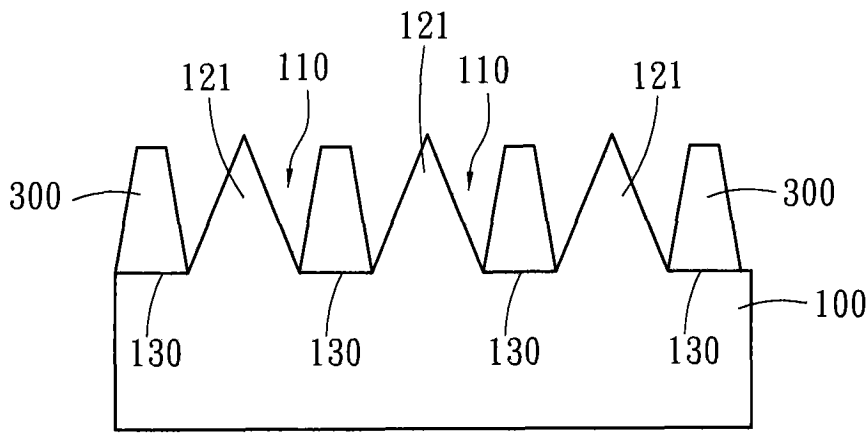


图 8-1

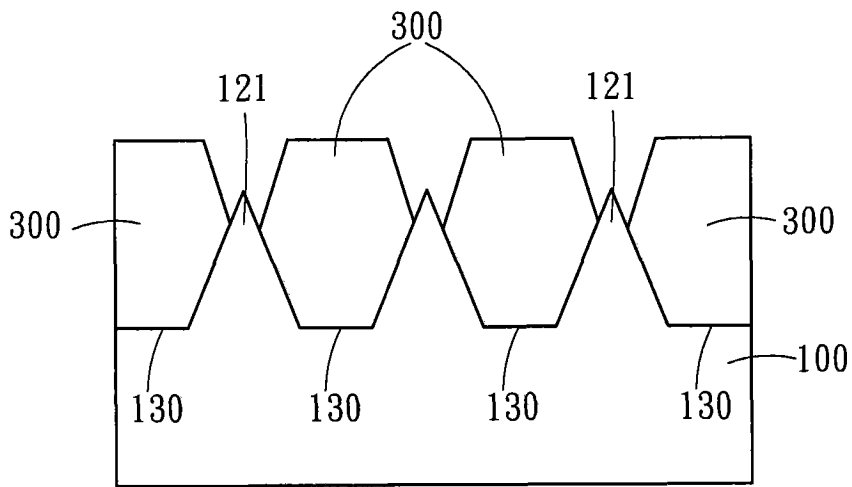


图 8-2

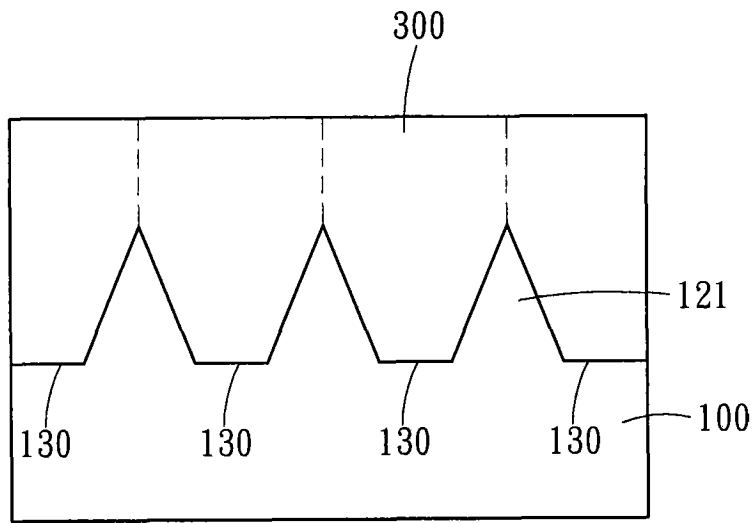


图 9