



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110416377 A

(43)申请公布日 2019.11.05

(21)申请号 201910348458.9

(22)申请日 2019.04.28

(30)优先权数据

107114617 2018.04.30 TW

(71)申请人 晶元光电股份有限公司

地址 中国台湾新竹市

(72)发明人 陈鹏壬 邱于珊 林文祥 王士玮
欧震

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 陈小雯

(51) Int. Cl.

H01L 33/22(2010.01)

H01L 33/12(2010.01)

H01L 33/00(2010.01)

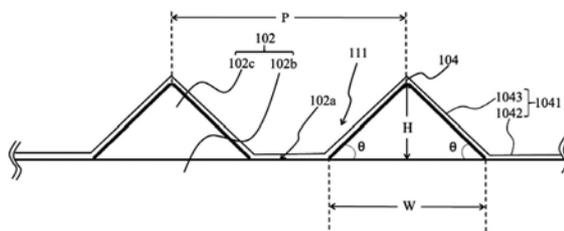
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

发光元件

(57)摘要

本发明公开一种发光元件,其包含:一基板结构,包含一基底部,其具有一表面以及多个凸出部,多个凸出部以二维阵列方式排列于基底部的表面上;以及一缓冲层,其覆盖于多个凸出部及表面上,其中,缓冲层包含氮化铝材料;其中,多个凸出部各具有一不大于 $1.5\mu\text{m}$ 的高度;以及其中,发光元件具有一(102)面的X-射线绕射(XRD)的一半高宽数值,半高宽数值小于 250arcsec 。



1. 一种发光元件,其特征在于,该发光元件包含:
基板结构,包含基底部,其具有表面以及多个凸出部位于该基底部之上,该多个凸出部以二维阵列方式排列于该基底部的该表面上;以及
缓冲层,其覆盖于该多个凸出部及该表面上,其中,该缓冲层包含氮化铝材料;
其中,该多个凸出部各具有一不大于 $1.5\mu\text{m}$ 的高度;以及
其中,该发光元件具有一(102)面的X-射线绕射(XRD)的半高宽数值,该半高宽数值小于 250arcsec 。
2. 如权利要求1所述的发光元件,其中在该基板结构的一剖视图中,该多个凸出部其中之一与该基底部的该表面间形成一夹角,该夹角小于 65° 。
3. 如权利要求1所述的发光元件,其中该多个凸出部包含第一材料,该基底部包含第二材料,该第一材料与该第二材料不同。
4. 如权利要求3所述的发光元件,其中该第一材料的折射率比该第二材料的折射率小。
5. 如权利要求1所述的发光元件,其中该多个凸出部其中之一具有一高度及一底部宽度,该高度与该底部宽度的比值大于0且不大于0.5。
6. 如权利要求1所述的发光元件,其中在一剖视图中,该多个凸出部具有一周期,其介于 $1\mu\text{m}$ 到 $3\mu\text{m}$ 之间。
7. 一种发光元件的制法,包含以下步骤:
提供基底部,其中该基底部具有一表面;
实施图案化步骤,以形成多个凸出部,其中该多个凸出部以二维阵列方式排列于该基底部的该表面上;
形成缓冲层于该基底部的该表面上且覆盖该些凸出部,其中,该缓冲层包含氮化铝材料;
其中,该多个凸出部其中之一具有一不大于 $1.5\mu\text{m}$ 的高度;
其中,该发光元件具有一(102)面的X-射线绕射(XRD)的半高宽数值,该半高宽数值小于 250arcsec 。
8. 如权利要求7所述的发光元件的制法,其中该图案化步骤包含形成前驱层,以及移除部分该前驱层以形成该多个凸出部。
9. 一种发光元件的制法,包含以下步骤:
提供基材,其中该基材具有一上表面;
实施图案化步骤,以形成基板结构,其包含基底部及多个凸出部位于该基底部之上,其中基底部包含一表面,该多个凸出部以二维阵列方式排列于该基底部的该表面上;
形成缓冲层于该基底部的该表面上且覆盖该些凸出部,其中,该缓冲层包含氮化铝材料;
其中,该多个凸出部其中之一具有一不大于 $1.5\mu\text{m}$ 的高度;
其中,该发光元件具有一(102)面的X-射线绕射(XRD)的半高宽数值,该半高宽数值小于 250arcsec 。
10. 如权利要求9所述的发光元件的制法,其中该图案化步骤包含自该基材的该上表面移除部分该基材以形成该多个凸出部及该基底部。
11. 如权利要求7或权利要求9所述的发光元件的制法,其中该缓冲层以物理气相沉积

法所形成。

12. 如权利要求7或权利要求9所述的发光元件的制法,其中在该发光元件的一剖视图中,该多个凸出部其中之一与该基底部的该表面间形成一夹角,该夹角小于65度。

发光元件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发光元件,尤其是涉及一种具有基板结构的发光元件。

背景技术

[0002] 发光二极管被广泛地用于固态照明光源。相较于传统的白炽灯泡和荧光灯,发光二极管具有耗电量低以及寿命长等优点,因此发光二极管已逐渐取代传统光源,并且应用于各种领域,如交通号志、背光模块、路灯照明、医疗设备等。

发明内容

[0003] 本发明提供一种发光元件,包含:一基板结构,包含一基底部,其具有一表面以及多个凸出部,多个凸出部以二维阵列方式排列于基底部的表面上;以及一缓冲层,其覆盖于多个凸出部及表面上,其中,缓冲层包含氮化铝材料;其中,多个凸出部各具有一不大于 $1.5\mu\text{m}$ 的高度;以及其中,发光元件具有一(102)面的X-射线绕射(XRD)的一半高宽数值,半高宽数值小于 250arcsec 。

[0004] 一种发光元件的制法,包含以下步骤:提供一基板结构其包含一基底部其具有一表面、多个凸出部以一二维阵列方式排列于基底部的表面上;形成一氮化铝缓冲层于基底部的表面上且覆盖凸出部;其中,多个凸出部各具有一不大于 $1.5\mu\text{m}$ 的高度;其中,发光元件具有一(102)之X-射线绕射(XRD)的半高宽值小于 250arcsec 。

[0005] 本申请提供一种发光元件的制法,其包含以下步骤:提供一基底部,其中基底部具有一表面;实施一图案化步骤,以形成多个凸出部,其中多个凸出部以一二维阵列方式排列于基底部的表面上;形成一缓冲层于基底部的表面上且覆盖些凸出部,其中,缓冲层包含氮化铝材料;其中,多个凸出部其中之一具有一不大于 $1.5\mu\text{m}$ 的高度;其中,发光元件具有一(102)面的X-射线绕射(XRD)的一半高宽数值,半高宽数值小于 250arcsec 。

[0006] 本申请提供一种一种发光元件的制法,其包含以下步骤:提供一基材,其中基材具有一上表面;实施一图案化步骤,以形成一基板结构,其包含基底部及多个凸出部,其中基底部包含一表面,多个凸出部以二维阵列方式排列于基底部的表面上;形成一缓冲层于基底部的表面上且覆盖些凸出部,其中,缓冲层包含氮化铝材料;其中,多个凸出部其中之一具有一不大于 $1.5\mu\text{m}$ 的高度;其中,发光元件具有一(102)面的X-射线绕射(XRD)的一半高宽数值,半高宽数值小于 250arcsec 。

附图说明

[0007] 图1A及图1B为本发明发光元件的一具体实施例的示意图;

[0008] 图2A及图2B为本发明发光元件的一具体实施例的示意图;

[0009] 图3A及图3B为本发明发光元件的一具体实施例的示意图;

[0010] 图4A及图4B为俯视图,分别显示本发明发光元件基板结构不同态样的具体实施例;

- [0011] 图5A及图5B为剖视图,分别显示本发明发光元件凸出部不同态样的具体实施例。
- [0012] 符号说明
- [0013] 100、200、300 发光元件
- [0014] 101、201、301 发光叠层
- [0015] 102、202、302 基板结构
- [0016] 102a、202a、302a 表面
- [0017] 102b、202b、302b 基底部
- [0018] 102c、202c、302c 凸出部
- [0019] 302d 第一部分
- [0020] 302e 第二部分
- [0021] 104、204、304 缓冲层
- [0022] 106、206、306 第一半导体层
- [0023] 108、208、308 发光结构
- [0024] 110、210、310 第二半导体层
- [0025] 120、220、320 第一电极
- [0026] 130、230、330 第二电极
- [0027] H 高度
- [0028] W 宽度
- [0029] P 周期
- [0030] P1 上表面
- [0031] P2 下表面
- [0032] 111、211、311 凹槽
- [0033] 1041、2041、3041 顶表面
- [0034] 1042、2042、3042 第一部位
- [0035] 1043、2043、3043 第二部位
- [0036] H1 高度
- [0037] θ 夹角
- [0038] S 斜面
- [0039] T1 厚度方向
- [0040] T 厚度

具体实施方式

[0041] 请参阅图1A及图1B,是显示本发明发光元件的一实施例。如图1A所示,发光元件100包含:一基板结构102;一缓冲层104形成于基板结构102上;一第一半导体层106形成于缓冲层104上;一发光结构108形成于第一半导体层106上;以及一第二半导体层110形成于发光结构108上。第一半导体层106、发光结构108以及第二半导体层110可包含III-V族元素组成的化合物,例如氮化铝镓铟($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$)系列。发光结构108可包含单异质结构(single heterostructure, SH),双异质结构(double heterostructure, DH),双侧双异质结构(double-side double heterostructure, DDH),多层量子阱结构

(multi-quantumwell, MQW)。发光结构108可发出一辐射,在本实施例中,辐射包含光。光可例如为可见光或不可见光。发光结构108具有一厚度方向(T1)。较佳的,光具有一主发光波长,主发光波长可例如介于250纳米(nm)至500nm之间。在本实施例中,发光元件100还包含一第一电极120以及一第二电极130,第一电极120位于第一半导体层106之上且与第一半导体层106电连接,第二电极130位于第二半导体层110之上且与第二半导体层110电连接。

[0042] 请参阅图1B并配合参阅图1A,图1B是图1A的基板结构102的一局部放大剖视图。基板结构102可包含一基底部102b及多个凸出部102c。基底部102b具有一表面102a。在一实施例中,基底部102b的厚度不小于100微米(μm),较佳的,不大于300 μm 。多个凸出部102c以二维阵列方式排列于基底部102b的表面102a上,多个凸出部102c于基底部102b的表面102a上以二维阵列排列方式包含规则或不规则的排列。各凸出部102c包含一第一材料,基底部102b包含一第二材料,第一材料的折射率比第二材料的折射率小。具体地,在主发光波长下,凸出部102c的第一材料的折射率比基底部102b的第二材料的折射率小。较佳的,在主发光波长下,凸出部102c的第一材料的折射率与基底部102b的第二材料的折射率之间的差异大于0.1,较佳的,大于0.15,又更佳的,介于0.15至0.4之间(两者都含)。基底部102b的材料可例如为蓝宝石(sapphire),表面102a可为C平面,以适合外延成长。各凸出部102c的材料可例如为二氧化硅(SiO_2)。凸出部102c的三维形状包含锥体,例如圆锥体、多角锥体或截头式锥体。在本实施例中,凸出部102c的三维形状为圆锥体,在发光元件的一剖视图中,凸出部102c的剖面大致呈三角形。缓冲层104可顺应地形成在多个凸出部102c与表面102a上。具体地,缓冲层104具有一相反于基底部102b的顶表面1041,顶表面1041包含一第一部位1042以及与第一部位1042连接的第二部位1043,第一部位1042覆盖的表面102z,第二部位1043覆盖多个凸出部102c。于发光元件的一剖视图中,第一部位1042以及第二部位1043之间有一凹槽111。在一实施例中,缓冲层104包含氮化铝(AlN)材料。缓冲层104的厚度大于5nm,且较佳的,不超过50nm,较佳的,缓冲层104的厚度介于10nm至30nm之间(两者都含)。在一实施例中,若缓冲层104的厚度小于5nm,会造成后续成长于其上的外延层,例如第一半导体层106的缺陷密度变高,使发光元件的外延品质下降。在一实施例中,若缓冲层104,例如 AlN 缓冲层的厚度超过50nm,在同一晶片制造出的多个发光元件之间,会有不均匀的主发光波长。如图1B所示,其中之一或每一凸出部102c与表面102a间形成一夹角 θ ,夹角 θ 的数值不大于65度,较佳的,夹角 θ 可不大于55度,更佳的,夹角 θ 介于30度至65度之间(两者都含)。在一实施例中,其中之一或每一凸出部102c与表面102a间形成两个不大于65度的夹角 θ ,两夹角 θ 可都不大于55度,较佳的,两夹角 θ 介于30度至55度之间(两者都含)。在一实施例中,其中之一或每一凸出部102c与表面102a间形成的两个夹角 θ 的数值相同或不同。各凸出部102c具有一高度H及一底部宽度W。在本实施例中,高度H不大于1.5 μm ,较佳的,高度H介于0.5 μm 至1.5 μm 之间(两者都含)。底部宽度W不小于1 μm ,较佳的,底部宽度W介于1 μm 至3 μm 之间(两者都含)。在一实施例中,高度H与底部宽度W的比值可不大于0.5且大于0,较佳的,高度H与底部宽度W的比值介于0.4至0.5之间(两者都含)。如图所示,各凸出部102c可具有一周期P,在一实施例中,在发光元件的一剖视图中,凸出部102c的剖面具有一顶点,顶点为凸出部102c沿着发光结构108的厚度方向(T1)最靠近发光结构108的部位。周期P的定义方式为两相邻凸出部102c的顶点之间的距离。在本实施例中,在发光元件的一剖视图中,凸出部102c的剖面大致呈三角形,周期P的定义方式为两相邻凸出部102c的顶点之间的距离,周期P介于1 μm

到 $3\mu\text{m}$ 之间(两者都含)。在一实施例中,在一实施例中,高度 $H=1.2\pm 10\%\mu\text{m}$;底部宽度 $W=2.6\pm 10\%\mu\text{m}$;周期 $P=3.0\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在又一实施例中,高度 $H=0.9\pm 10\%\mu\text{m}$;宽度 $W=1.6\pm 10\%\mu\text{m}$;周期 $P=1.8\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在又一实施例中, $H=1\pm 10\%\mu\text{m}$; $W=1.5\pm 10\%\mu\text{m}$; $P=1.8\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在又一实施例中,高度 $H=1.2\pm 10\%\mu\text{m}$,宽度 $W=2.6\pm 10\%\mu\text{m}$;周期 $P=3.0\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在一实施例中,使用X-射线绕射分析(X-ray diffraction,XRD)测量发光元件,在(102)面的半高宽(Full width at half maximum,FWHM)小于 250arcsec ,较佳的,不小于 100arcsec 。通过多个凸出部102c形成于基板结构102的表面102a上,可有效地反射及散射发光结构108所发出的光线,以增进发光元件100的发光效率,此外,发光元件100通过本实施例的基板结构102搭配缓冲层104使得后续外延形成于其上的半导体层即发光结构具有较佳的外延品质。

[0043] 如图1A所示,本发明一实施例揭露的发光元件100的制造方法包含:提供一包含基底部102b及位于其上的多个凸出部102c的基板结构102,其包含提供一基底部102b,其中基底部102b具有一表面102a;以及实施一图案化步骤,以形成多个凸出部102c。图案化步骤包含于表面102a上通过例如为物理气相沉积(Physical vapor deposition,PVD)的方式形成一前驱层(图未示),接着再移除部分的前驱层,移除的方式包含任何合适的方式,例如干蚀刻或湿蚀刻等方式移除部分的前驱层以形成多个分离的凸出部102c。在本实施例中,在发光元件的一剖视图中,凸出部102c大致呈三角形。多个凸出部102c以二维阵列方式排列于基底部102b的表面102a上,多个凸出部102c于基底部102b的表面102a上以二维阵列排列方式包含规则或不规则的排列。本发明一实施例揭露的发光元件100的制造方法还包含形成一缓冲层104于基底部102b的表面102a上且覆盖多个凸出部102c,缓冲层104包含氮化铝(AlN)材料。形成一缓冲层104的方法包含物理气相沉积。在一实施例中,制造发光元件100的方法还包含通过金属有机化学气相沉积((metal-organic chemical vapor deposition,MOCVD)以外延成长的方式形第一半导体层106、发光结构108以及第二半导体层110。执行外延成长的方式包含但不限于金属有机化学气相沉积(metal-organic chemical vapor deposition,MOCVD)、氢化物气相外延法(hydride vapor phase epitaxial,HVPE)、或是液相晶体外延生长(liquid-phase epitaxy,LPE)。

[0044] 如图1A所示,在本实施例中,本发明发光元件还包含一覆盖层140位于缓冲层104以及第一半导体层106之间。覆盖层140具有一厚度 T ,其大于缓冲层104的厚度。较佳的,覆盖层140包含III-V族元素组成的化合物,其能阶小于缓冲层104的材料的能阶。在一实施例中,覆盖层140包含氮化镓(GaN)。具体地,覆盖层140覆盖缓冲层104,且部分的覆盖层140位于凹槽111中。覆盖层140包含一相反于缓冲层104的顶面1401,覆盖层140的厚度 T 是指自缓冲层104的顶表面1041的第一部位1042至顶面1401之间的最短距离。较佳的,覆盖层140的厚度 T 大于 $1\mu\text{m}$,且较佳的,不超过 $3.5\mu\text{m}$,又更佳的,介于 1 至 $2\mu\text{m}$ 之间。在一实施例中,覆盖层140未包含故意掺杂的掺杂物,具体地,覆盖层140的掺杂物的浓度不大于 $5\times 10^{17}/\text{cm}^3$,又更佳的,不大于 $1\times 10^{17}/\text{cm}^3$ 。本实施例中由于多个凸出部102c形成于基板结构102的表面102a上,且凸出部102c的高度不大于 $1.5\mu\text{m}$,相较于既有技术的发光元件,本实施例的发光元件可具有较薄的覆盖层140,但发光元件仍可具有实质上相同的光电性表现,因此可具有体积小优势。

[0045] 请参阅图2A及图2B,是显示本发明发光元件的一实施例。如图2A所示,发光元件

200包含：一基板结构202；一缓冲层204形成于基板结构202上；一第一半导体层206形成于缓冲层204上；一发光结构208形成于第一半导体层206上；以及一第二半导体层210形成于发光结构208上。第一半导体层206、发光结构208以及第二半导体层210包含Ⅲ-V族元素组成的化合物，例如氮化铝镓铟($(\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}, 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1)$)系列。发光结构108可包含单异质结构(single heterostructure, SH)，双异质结构(double heterostructure, DH)，双侧双异质结构(double-side double heterostructure, DDH)，多层量子阱结构(multi-quantumwell, MQW)。发光结构208可发出一辐射，在本实施例中，辐射包含光。光可例如为可见光或不可见光。发光结构208具有一厚度方向(T1)。较佳的，光具有一主发光波长，主发光波长可例如介于250纳米(nm)至500nm之间。在本实施例中，发光元件还包含一第一电极220以及一第二电极230，第一电极220位于第一半导体层206之上且与第一半导体层206电连接，第二电极230位于第二半导体层210之上且与第二半导体层210电连接。

[0046] 请参阅图2B并配合参阅图2A，图2B是图2A的基板结构202的一局部放大剖视图。基板结构202可包含一基底部202b及多个凸出部202c。基底部202b具有一表面202a。在一实施例中，基底部202b的厚度不小于100微米(μm)，较佳的，不大于300 μm 。多个凸出部102c以二维阵列方式排列于基底部202b的表面202a上，多个凸出部202c于基底部202b的表面202a上以二维阵列排列方式包含规则或不规则的排列。在本实施例中，各凸出部202c与基底部202b可一体形成。具体地，各凸出部202c的材料与基底部202b的材料相同。基底部2102a以及各凸出部202c的材料可例如为蓝宝石(sapphire)，表面202a可为C平面，以适合外延成长。凸出部202c的三维形状包含锥体，例如圆锥体、多角锥体或截头式锥体。在本实施例中，凸出部202c的三维形状为圆锥体，在发光元件的一剖视图中，各凸出部202c的剖面大致呈三角形。缓冲层204可顺应地形成在多个凸出部202c与表面202a上。具体地，缓冲层204具有一相反于基底部202b的顶表面2041，顶表面2041包含一第一部位2042以及与第一部位2042连接的第二部位2043，第一部位2042覆盖基底部202b的表面202a，第二部位2043覆盖多个凸出部202c。在发光元件的一剖视图中，第一部位2042以及第一部位2042之间有一凹槽211。在一实施例中，缓冲层204包含氮化铝(AlN)材料。缓冲层204的厚度大于5nm，且较佳的，不超过50nm，较佳的，缓冲层204的厚度介于10nm至30nm之间(两者都含)。在一实施例中，若缓冲层204的厚度小于5nm，会造成后续成长于其上的外延层，例如第一半导体层206的缺陷密度变高，使发光元件的外延品质下降。在一实施例中，若缓冲层204，例如 AlN 缓冲层的厚度超过50nm，在同一晶片制造出的多个发光元件之间，会有不均匀的主发光波长。如图2B所示，其中之一或每一凸出部202c与表面202a间形成一夹角 θ ，夹角 θ 不大于65度，较佳的，夹角 θ 可不大于55度，更佳的，夹角 θ 介于30度至65度之间。在一实施例中，其中之一或每一凸出部202c与表面202a间形成两个不大于65度的夹角 θ ，两夹角 θ 可都不大于55度，较佳的，两夹角 θ 介于30度至55度之间(两者都含)。在一实施例中，其中之一或每一凸出部202c与表面202a间形成的两个夹角 θ 的数值相同或不同。在本实施例中，各凸出部202c具有一高度H及一底部宽度W。在本实施例中，高度H不大于1.5 μm ，较佳的，高度H介于0.5 μm 至1.5 μm 之间(两者都含)。底部宽度W不小于1 μm ，较佳的，底部宽度W介于1 μm 至3 μm 之间(两者都含)。在一实施例中，高度H与底部宽度W的比值可不大于0.5且大于0。较佳的，高度H与底部宽度W的比值介于0.4至0.5之间(两者都含)。如图所示，各凸出部可具有一周期P，在发光元件的一剖视图中，凸出部202c的剖面具有一顶点，周期P的定义方式为两相邻凸出部202c的顶点之

间的距离,顶点为凸出部202c沿着发光结构208的厚度方向(T1)最靠近发光结构208的部位。在本实施例中,在发光元件的一剖视图中,凸出部202c的剖面大致呈三角形,周期P的定义方式为两相邻凸出部202c的顶点之间的距离,周期P介于 $1\mu\text{m}$ 到 $3\mu\text{m}$ 之间(两者都含)。在一实施例中,高度 $H=1.2\pm 10\%\mu\text{m}$;底部宽度 $W=2.6\pm 10\%\mu\text{m}$;周期 $P=3.0\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在又一实施例中,高度 $H=0.9\pm 10\%\mu\text{m}$;底部宽度 $W=1.6\pm 10\%\mu\text{m}$;周期 $P=1.8\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在又一实施例中,高度 $H=1\pm 10\%\mu\text{m}$;底部宽度 $W=1.5\pm 10\%\mu\text{m}$;周期 $P=1.8\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在又一实施例中,高度 $H=1.2\pm 10\%\mu\text{m}$,底部宽度 $W=2.6\pm 10\%\mu\text{m}$;周期 $P=3.0\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在一实施例中,使用X-射线绕射分析(X-ray diffraction,XRD)测量发光元件,在(102)面的半高宽(Full width at half maximum,FWHM)小于 250arcsec ,较佳的,不小于 100arcsec 。通过多个凸出部202c形成于基板结构202的表面202a上,可有效地反射及散射发光结构208所发出的光线,以增进发光元件200的发光效率,此外,发光元件200通过本实施例的基板结构202搭配缓冲层204使得后续外延形成于其上的半导体层及发光结构具有较佳的外延品质。

[0047] 如图2A所示,本发明一实施例揭露的发光元件200的制造方法包含:提供一基板结构202,其包含基底部202b及多个凸出部202c,基底部202b具有一表面202a。多个凸出部202c以二维阵列方式排列于基底部202b的表面202a上,多个凸出部202c于基底部202b的表面202a上以二维阵列排列方式包含规则或不规则的排列。形成一缓冲层204于基底部202b的表面202a上且覆盖些凸出部202c,缓冲层204包含氮化铝(AlN)材料。在一实施例中,基板结构202的制造方法包含提供一基材(图未示),基材具有一上表面,实施一图案化步骤,图案化步骤包含自基材的上表面移除部分基材以形成多个彼此基底部202b以及多个位于基底部202b上且彼此分离的凸出部202c,基底部202b具有一表面202a。移除部分基材的方式可包含通过任何合适的方式,例如干蚀刻或湿蚀刻等,在本实施例中,在发光元件的一剖视图中,凸出部202c大致呈三角形。形成一缓冲层204的方法包含物理气相沉积。在一实施例中,制造发光元件200的方法还包含通过金属有机化学气相沉积(metal-organic chemical vapor deposition,MOCVD)以外延成长的方式形成第一半导体层206、发光结构208以及第二半导体层210。执行外延成长的方式包含但不限于金属有机化学气相沉积(metal-organic chemical vapor deposition,MOCVD)、氢化物气相外延法(hydride vapor phase epitaxial,HVPE)、或是液相晶体外延生长(liquid-phase epitaxy,LPE)。

[0048] 如图2A所示,在本实施例中,本发明发光元件还包含一覆盖层140位于缓冲层204以及第一半导体层206之间。覆盖层240具有一厚度T,其大于缓冲层204的厚度。较佳的,覆盖层240包含III-V族元素组成的化合物,其能阶小于缓冲层204的材料能阶。在一实施例中,覆盖层240包含氮化镓(GaN)。具体地,覆盖层240覆盖缓冲层204,且部分的覆盖层240位于凹槽211中。覆盖层240包含一相反于缓冲层204的顶面2401,覆盖层240的厚度T是指自第一部位2042至顶面2401之间的最短距离。较佳的,覆盖层240的厚度T大于 $1\mu\text{m}$,且较佳的,不超过 $3.5\mu\text{m}$,又更佳的,介于 1 至 $2\mu\text{m}$ 之间。在一实施例中,覆盖层240未包含故意掺杂的掺杂物,具体地,覆盖层240的掺杂物的浓度小于 $5\times 10^{17}/\text{cm}^3$,又更佳的,小于 $1\times 10^{17}/\text{cm}^3$ 。本实施例中由于多个凸出部202c形成于基板结构202的表面202a上,且凸出部202c的高度H不大于 $1.5\mu\text{m}$,相较于既有技术的发光元件,本实施例的发光元件可具有较薄的覆盖层240,但发光元件仍可具有实质上相同的光电性表现,因此具有体积小的优势。

[0049] 请参阅图3A及图3B,是显示本发明发光元件的一实施例。如图3A所示,发光元件

300包含：一基板结构302；一缓冲层304形成于基板结构302上；一第一半导体层306形成于缓冲层304上；一发光结构308形成于第一半导体层306上；以及一第二半导体层310形成于发光结构308上。第一半导体层306、发光结构308以及第二半导体层310的可包含Ⅲ-V族元素组成的化合物，例如氮化铝镓铟($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$)系列。发光结构108可包含单异质结构(single heterostructure, SH), 双异质结构(double heterostructure, DH), 双侧双异质结构(double-side double heterostructure, DDH), 多层量子阱结构(multi-quantum well, MQW)。发光结构308可发出一辐射, 在本实施例中, 辐射包含光。发光结构308具有一厚度方向(T1)。光可例如为可见光或不可见光。较佳的, 光具有一主发光波长, 主发光波长可例如介于250纳米(nm)至500nm之间。在本实施例中, 发光元件还包含一第一电极320以及一第二电极330, 第一电极320位于第一半导体层306之上且与第一半导体层306电连接, 第二电极330位于第二半导体层310之上且与第二半导体层310电连接。

[0050] 请参阅图3B并配合参阅图3A, 图3B是图3A的基板结构302的一局部放大剖视图。基底部302b具有一表面302a。在一实施例中, 基底部302b的厚度不小于100微米(μm), 较佳的, 不大于300 μm 。多个凸出部302c以二维阵列图案排列于基底部302b的表面302a上, 多个凸出部302c于基底部302b的表面302a上以二维阵列排列方式包含规则或不规则的排列。各凸出部302c可包含一第一部分302d以及一位于第一部分302d上的第二部分302e, 第一部分302d一体成形于基底部302b上, 第二部分302e形成于第一部分302d上。具体地, 第一部分302d的包含第一材料, 其与基底部302b的材料相同。在本实施例中, 第二部分302e包含第二材料, 第二材料与第一部分302d的第一材料不同, 第二部分302e的第二材料的折射率较第一部分302d的第一材料的折射率小。具体地, 在主发光波长下, 第二部分302e的第二材料的折射率比第一部分302d的第一材料的折射率小。较佳的, 在主发光波长下, 第二部分302e的第二材料的折射率与第一部分302d的第一材料折射率之间的差异大于0.1, 较佳的, 大于0.15, 又更佳的, 介于0.15至0.4之间(两者都含)。凸出部302c的三维形状包含锥体, 例如圆锥体、多角锥体或截头式锥体。在本实施例中, 凸出部302c的三维形状为圆锥体, 在发光元件的一剖视图中, 包含第一部分302d与第二部分302e的凸出部302c的剖面是呈三角形的形状。第二部分302e的材料可例如为二氧化硅(SiO_2)。第一部分302d以及基底部302b的材质可包含蓝宝石, 表面302a可为C平面, 以适合外延成长。缓冲层304可顺应地在多个凸出部302c与表面302a上。于一实施例中, 缓冲层304可为氮化铝(AlN)材料。缓冲层304的厚度大于5nm, 且较佳的, 不超过50nm, 较佳的, 缓冲层304的厚度介于10nm至30nm之间(两者都含)。在一实施例中, 若缓冲层304的厚度小于5nm, 会造成后续成长于其上的外延层, 例如第一半导体层306的缺陷密度变高, 使发光元件的外延品质下降, 进而降低内部量子效率。在一实施例中, 若缓冲层304, 例如 AlN 缓冲层的厚度超过50nm, 在同一晶片制造出的多个发光元件之间, 会有不均匀的主发光波长。如图3B所示, 其中之一或每一凸出部302c与表面302a间形成一夹角 θ , 夹角 θ 的数值不大于65度, 较佳的, 夹角 θ 可不大于55度, 更佳的, 夹角 θ 介于30度至65度之间(两者都含)。在一实施例中, 其中之一或每一凸出部302c与表面302a间形成两个不大于65度的夹角 θ , 两夹角 θ 可都不大于55度, 较佳的, 两夹角介于30度至55度之间(两者都含)。在一实施例中, 其中之一或每一凸出部302c与表面302a间形成的两个夹角 θ 的数值相同或不同。各凸出部302c具有一高度H及一底部宽度W, 高度H与底部宽度W的比值可小于0.5且大于0。其中一或每一凸出部302c的第一部分302d的高度(H1)约占凸出部302c的高度H的

1~30% (两者都含), 较佳的, 其中一或每一凸出部302c的第一部分302d的高度(H1) 约占凸出部302c的高度H的10%~20% (两者都含)。如图所示, 各凸出部302c可具有一周期P, 在一实施例中, 在发光元件的一剖视图中, 凸出部102c的剖面具有一顶点, 顶点为凸出部302c沿着发光结构308的厚度方向(T1) 最靠近发光结构308的部位。周期P的定义方式为两相邻凸出部302c的顶点之间的距离。在本实施例中, 在发光元件的一剖视图中, 凸出部302c的剖面大致呈三角形, 周期P的定义方式为两相邻凸出部302c的顶点之间的距离, 周期P介于1 μm 到3 μm 之间(两者都含)。在一实施例中, 高度 $H=1.2\pm 10\%\mu\text{m}$; 底部宽度 $W=2.6\pm 10\%\mu\text{m}$; 周期 $P=3.0\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在又一实施例中, 高度 $H=0.9\pm 10\%\mu\text{m}$; 底部宽度 $W=1.6\pm 10\%\mu\text{m}$; 周期 $P=1.8\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在又一实施例中, 高度 $H=1.2\pm 10\%\mu\text{m}$, 底部宽度 $W=2.6\pm 10\%\mu\text{m}$; 周期 $P=3.0\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在又一实施例中, 高度 $H=1\pm 10\%\mu\text{m}$; 底部宽度 $W=1.5\pm 10\%\mu\text{m}$; 周期 $P=1.8\pm 10\%\mu\text{m}$ 。在一实施例中, 使用X-射线绕射分析(X-ray diffraction, XRD) 测量发光元件, 在(102)面的半高宽(Full width at half maximum, FWHM) 小于250arcsec, 较佳的, 不小于100arcsec。

[0051] 如图3A所示, 本发明一实施例揭露的发光元件300的制造方法包含: 提供一包含基底部302b及多个凸出部302c的基板结构302, 其包含提供一基材(图未示), 其中基材具有一上表面(图未示); 以及实施一图案化步骤, 以形成基底部302b以及多个位于基底部302b上且彼此分离的凸出部302c。图案化步骤包含于基材的上表面上通过例如为物理气相沉积(Physical vapor deposition, PVD) 的方式形成一前驱层(图未示), 接着再移除部分的前驱层以及自基材的上表面移除部分的基材, 移除的方式包含任何合适的方式, 例如干蚀刻或湿蚀刻等方式移除部分的前驱层以及移除部分的基材, 以形成多个分离的凸出部302c及形成基底部302b, 基底部302b包含表面302a。在本实施例中, 在发光元件的一剖视图中, 凸出部302c大致呈三角形。多个凸出部302c以二维阵列方式排列于基底部302b的表面302a上, 多个凸出部302c于基底部302b的表面302a上以二维阵列排列方式包含规则或不规则的排列。本发明一实施例揭露的发光元件300的制造方法还包含形成一缓冲层304于基底部302b的表面302a上且覆盖多个凸出部302c, 缓冲层304包含氮化铝(AlN) 材料。形成缓冲层304的方法包含物理气相沉积。在一实施例中, 制造发光元件300的方法还包含通过金属有机化学气相沉积((metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD) 以外延成长的方式形第一半导体层306、发光结构308以及第二半导体层310。执行外延成长的方式包含但不限于金属有机化学气相沉积(metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD)、氢化物气相外延法(hydride vapor phase epitaxial, HVPE)、或是液相晶体外延生长(liquid-phase epitaxy, LPE)。

[0052] 如图3A所示, 在本实施例中, 本发明发光元件还包含一覆盖层340位于缓冲层304以及第一半导体层306之间。覆盖层340具有一厚度T, 其大于缓冲层304的厚度。较佳的, 覆盖层340包含III-V族元素组成的化合物, 其能阶小于缓冲层204的材料能阶。在一实施例中, 覆盖层340包含氮化镓(GaN)。具体地, 覆盖层340覆盖缓冲层304, 且部分的覆盖层340位于凹槽311中。覆盖层340包含一相反于缓冲层304的顶面3401, 覆盖层340的厚度T是指第一部位3042至顶面3401之间的最短距离。较佳的, 覆盖层340的厚度T大于1 μm , 且较佳的, 不超过3.5 μm , 又更佳的, 介于1至2 μm 之间。在一实施例中, 覆盖层340未包含故意掺杂的掺杂物, 具体地, 覆盖层340的掺杂物的浓度小于 $5\times 10^{17}/\text{cm}^3$, 又更佳的, 小于 $1\times 10^{17}/\text{cm}^3$ 。本实施例

中由于多个凸出部302c形成于基板结构202的表面302a上,且凸出部302c的高度H不大于 $1.5\mu\text{m}$,相较于既有技术的发光元件,本实施例的发光元件可具有较薄的覆盖层340,但发光元件仍可具有实质上相同的光电性表现,因此具有体积小的优势。可具有体积小的优势。

[0053] 请参阅图4A及图4B,是显示本发明发光元件的基板结构102的不同态样实施例的俯视图。如图4A所示,基板结构102的基底部102b的表面102a上,有多个于俯视下外轮廓呈现圆形的凸出部102c,而多个凸出部102c可呈六方最密排列。如图4B所示,基板结构102的基底部102b的表面102a上,可形成有于俯视下外轮廓大致呈现三角形的多个凸出部102c,而每一三角形的边可具有弧度,而多个凸出部102c可呈六方最密排列。

[0054] 请参阅图5A及图5B,是显示本发明发光元件的基板结构102的凸出部102c的剖面形状。如图5A所示,由剖面观之,凸出部102c可大致呈梯形。具体地,凸出部102c具有一上平面P1以及一与上平面P1相反的下平面P2,相较于上平面P1,下平面P2较接近基底部102b的表面102a。较佳的,上平面P1与下平面P2的比例不大于0.3,且大于0。在一实施例中,搭配图4B及图5A观之,凸出部102c为一截头式三角锥体,由俯视图观之,下平面P2的三角形外轮廓包围上平面P1的三角形轮廓,下平面P2的三角形各边与上平面P1的三角形的各边之间分别构成一斜面S。在本实施例中,周期P的定义方式为两相邻凸出部102c的上平面P1中心之间的距离。

[0055] 如图5B所示,由剖面观之,凸出部102c包含一向外突起的弧部1021,弧部两端点连接构成一虚拟的弦部1022。凸出部102c包含一顶部201与弧部1021连接。在本实施例中,弧部1021与弦部1022间的最大距离B可大于 $0\mu\text{m}$,较佳的,不大于 $0.5\mu\text{m}$ 。凸出部102c的顶部201宽度D1为凸出部102c的顶部圆周上任意两点间的最大距离。在一实施例中,顶部201的宽度D1可为0。在一实施例中,顶部201宽度D1需大于0。夹角 θ 介于表面102a与弦部1022间的夹角。在本实施例中,高度H不大于 $1.5\mu\text{m}$,且大于 $0\mu\text{m}$ 。

[0056] 以上所述的仅为本发明的优选实施例而已,并非用来限定本发明实施的范围,举凡依本发明权利要求所述的形状、构造、特征及精神所为的均等变化与修饰,均应包括于本发明的保护范围内。

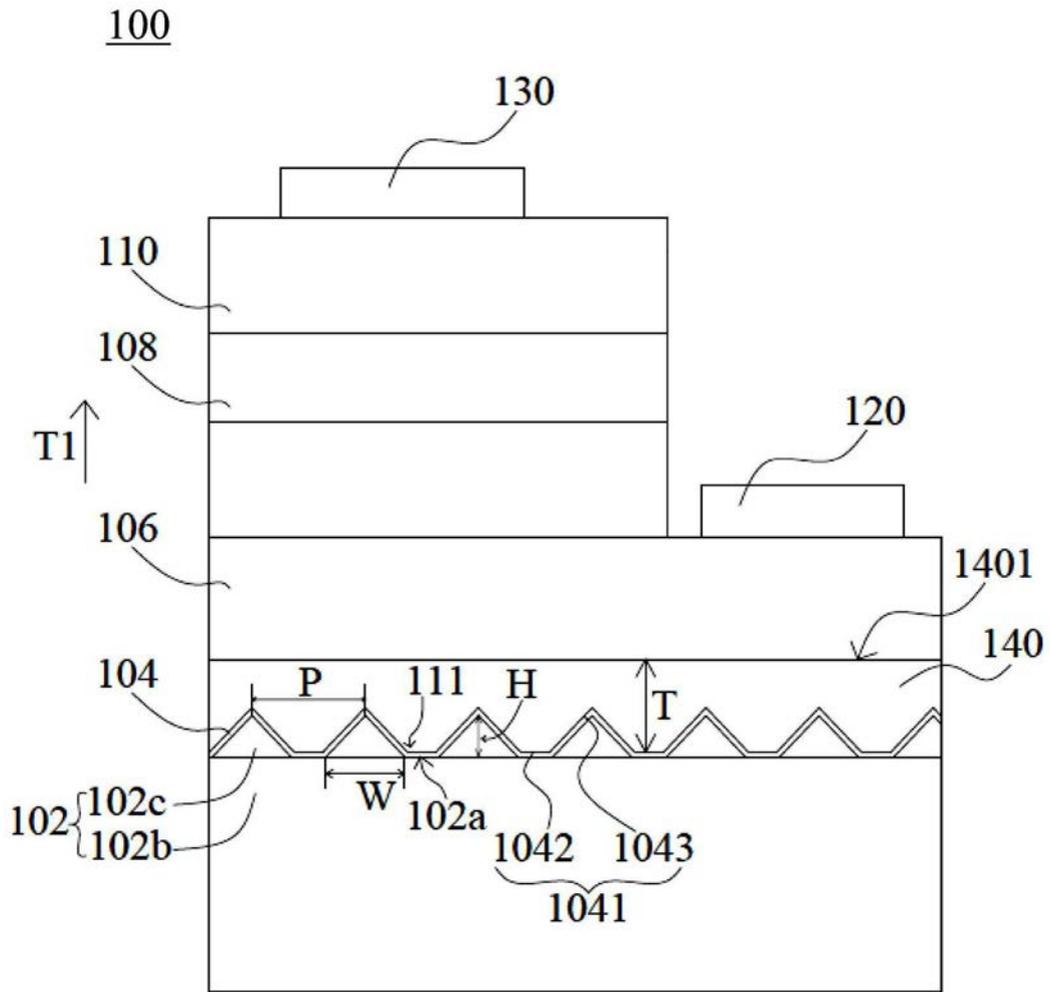


图1A

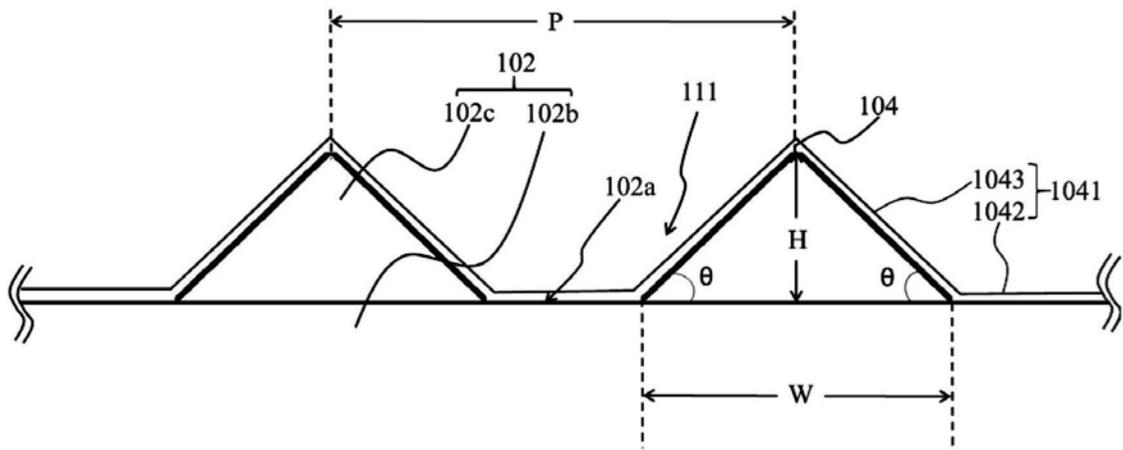


图1B

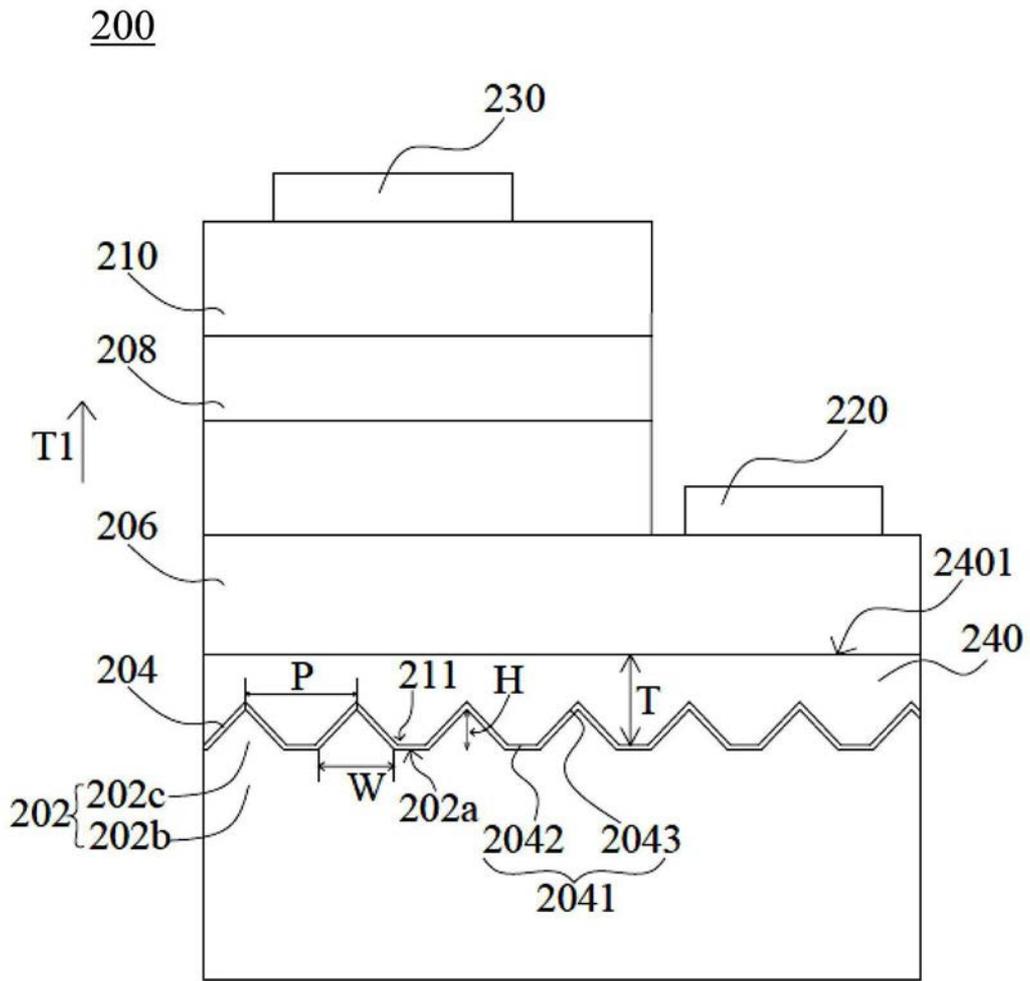


图2A

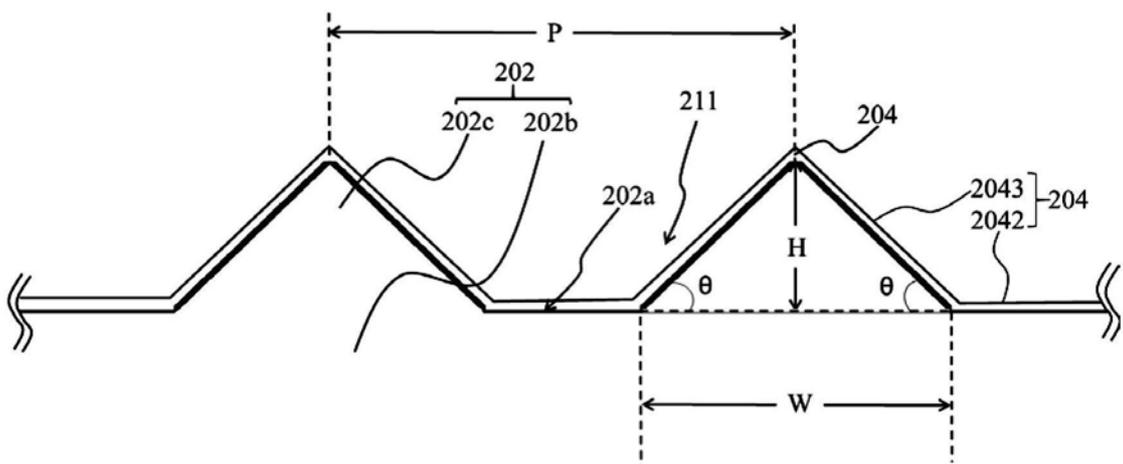


图2B

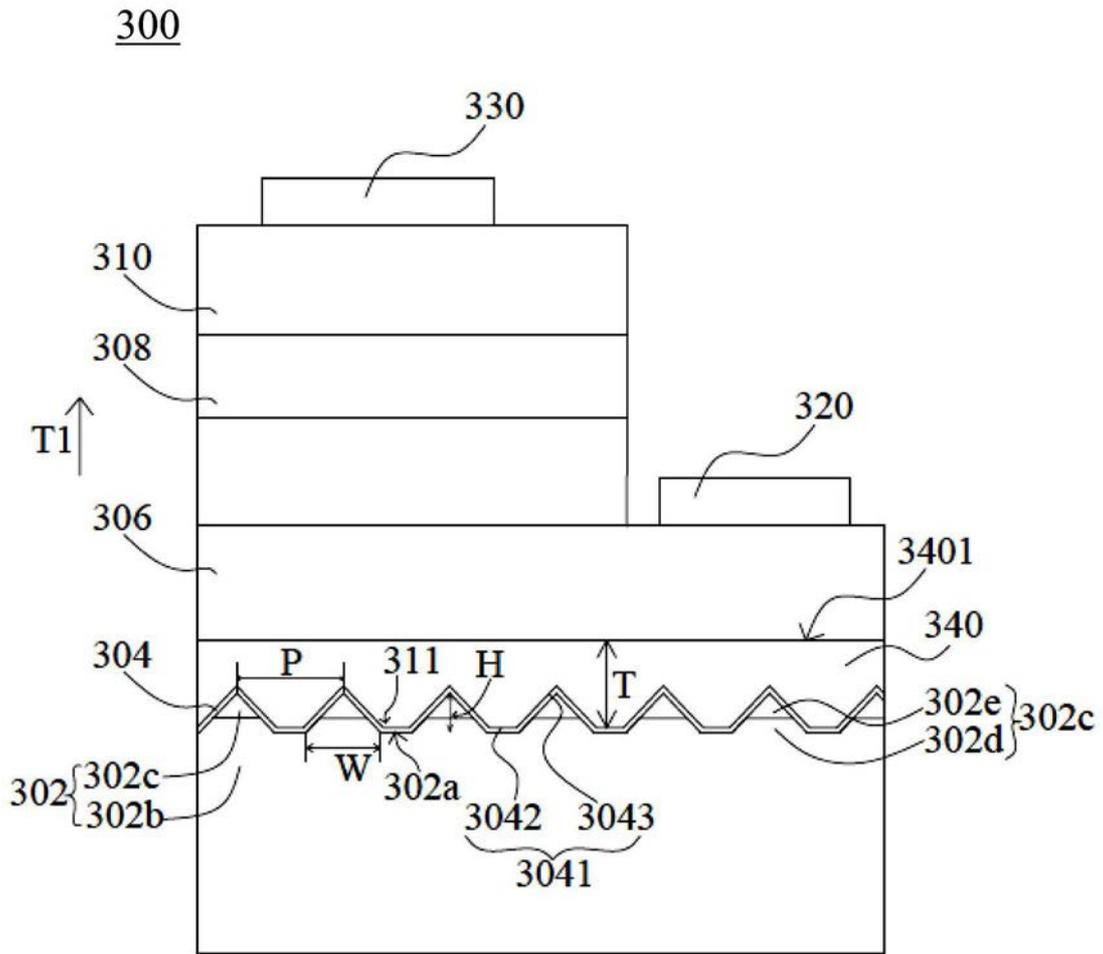


图3A

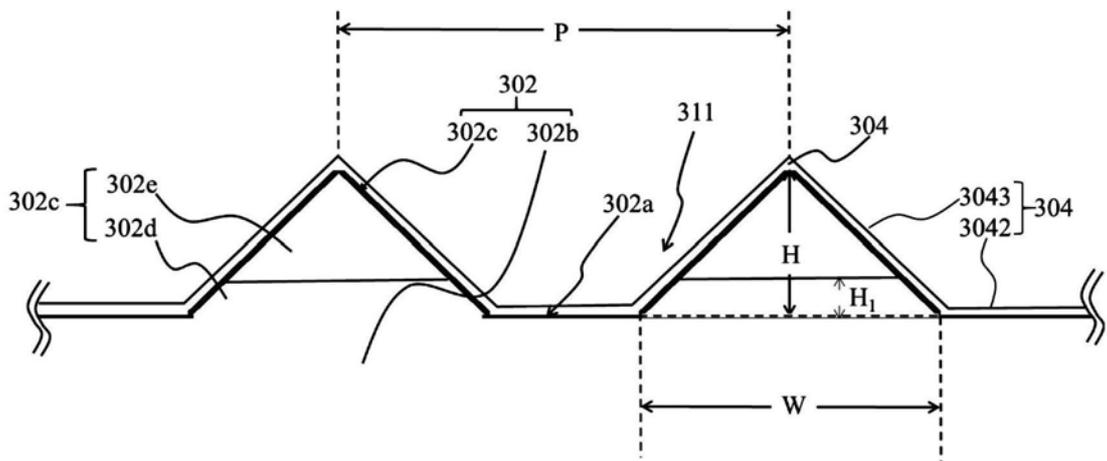


图3B

102

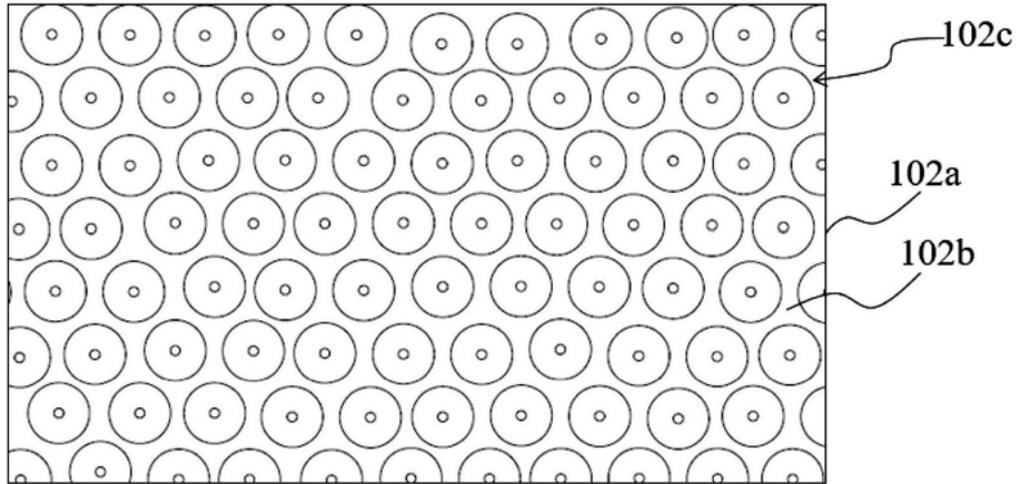


图4A

102

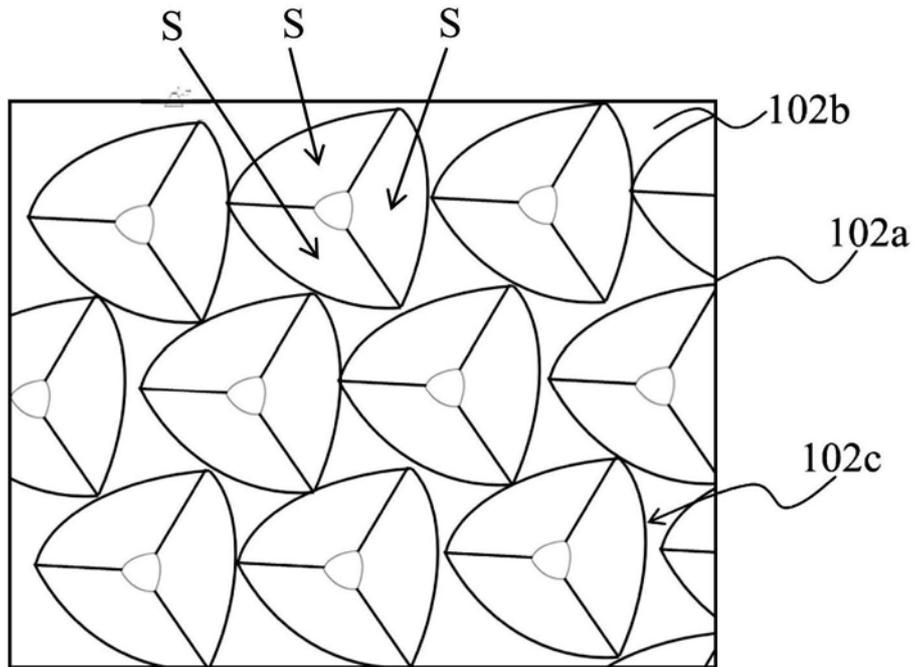


图4B

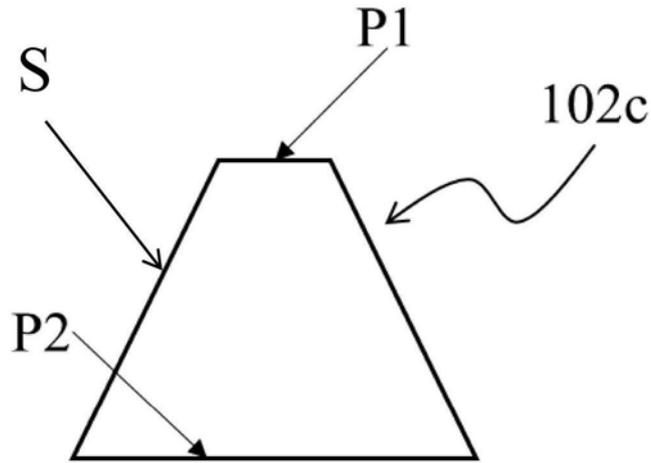


图5A

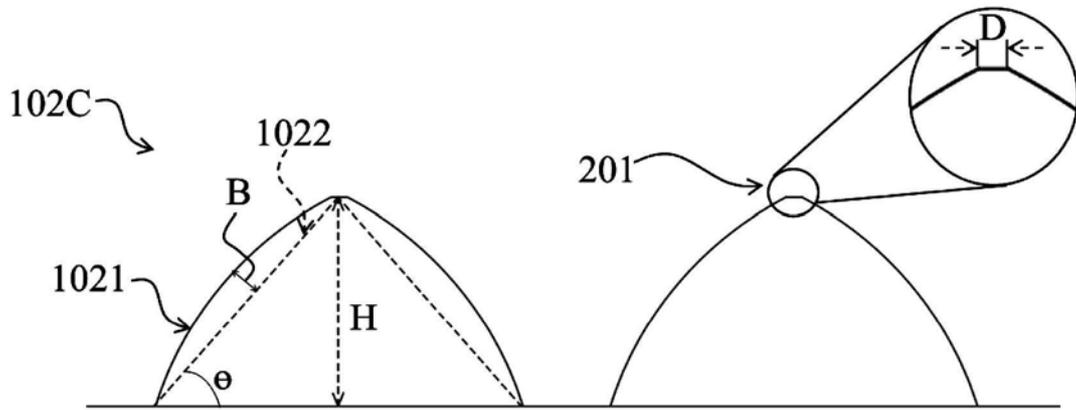


图5B