



(21)申請案號：111126971

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 04 月 30 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/02 (2010.01)**

(71)申請人：晶元光電股份有限公司 (中華民國) EPISTAR CORPORATION (TW)

新竹市東區新竹科學工業園區力行路 21 號

(72)發明人：陳鵬壬 CHEN, PENG-REN (TW)；邱于珊 CHIU, YU-SHAN (TW)；林文祥 LIN, WEN-HSIANG (TW)；王士瑋 WANG, SHIH-WEI (TW)；歐震 OU, CHEN (TW)

(56)參考文獻：

TW 201324852A

TW 201611334A

US 2016/0133791A1

審查人員：邱智強

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 26 頁

(54)名稱

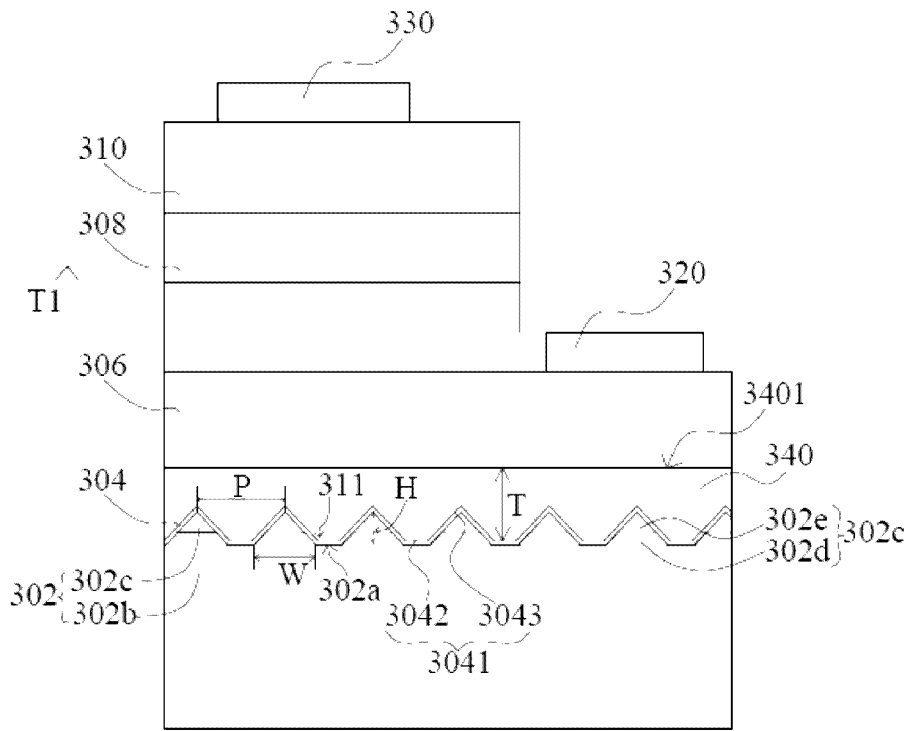
發光元件

(57)摘要

一種發光元件，包含：一基板結構，包含一基底部，其具有一表面以及複數凸出部位於基底部之上，複數凸出部以一二維陣列方式排列於基底部之表面上；一緩衝層，其覆蓋於複數凸出部及表面上，其中，緩衝層包含氮化鋁且具有一厚度大於 5 nm 及不超過 50 nm；以及一 III-V 族化合物半導體層，位於緩衝層上；其中，複數凸出部各包含一第一部分以及位於第一部分上的一第二部分，第一部分一體成形於基底部，且第二部分的材料與第一部份的材料不同；以及其中第一部分的高度占凸出部的高度的 1% 至 30% (兩者都含)。

A light-emitting device includes: a substrate structure including a base portion having a surface and a plurality of protruding portions arranged on the surface and forming a 2-dimensional array pattern; a buffer layer covering the plurality of protruding portions and the surface, wherein the buffer layer comprises AlN with a thickness greater than 5 nm and not greater than 50 nm; and III-V compound semiconductor layers arranged on the buffer layer; wherein each protruding portion includes a first portion and a second portion formed on the first portion and the first portion is integrated with the base portion; wherein the first portion and the second portion include different materials; and wherein the first portion of one of the plurality of protrusions has a height H1 and the one of the plurality of protrusions has a height H; wherein a ratio of H1 to H is between 1% and 30% both inclusive.

指定代表圖：



【圖3A】

符號簡單說明：

- 302:基板結構
- 302a:表面
- 302b:基底部
- 302c:凸出部
- 302d:第一部分
- 302e:第二部分
- 304:緩衝層
- 306:第一半導體層
- 308:發光結構
- 310:第二半導體層
- 311:凹槽
- 320:第一電極
- 330:第二電極
- H:高度
- W:寬度
- P:週期
- 3401:頂面
- 3401:頂表面
- 3042:第一部位
- 3043:第二部位
- T1:厚度方向
- T:厚度



I838792

【發明摘要】

【中文發明名稱】 發光元件

【英文發明名稱】 LIGHT-EMITTING DEVICE

【中文】

一種發光元件，包含：一基板結構，包含一基底部，其具有一表面以及複數凸出部位於基底部之上，複數凸出部以一二維陣列方式排列於基底部之表面上；一緩衝層，其覆蓋於複數凸出部及表面上，其中，緩衝層包含氮化鋁且具有一厚度大於5 nm及不超過50 nm；以及一III-V族化合物半導體層，位於緩衝層上；其中，複數凸出部各包含一第一部分以及位於第一部分上的一第二部分，第一部分一體成形於基底部，且第二部分的材料與第一部份的材料不同；以及其中第一部分的高度占凸出部的高度的1%至30%(兩者都含)。

【英文】

A light-emitting device includes: a substrate structure including a base portion having a surface and a plurality of protruding portions arranged on the surface and forming a 2-dimensional array pattern; a buffer layer covering the plurality of protruding portions and the surface, wherein the buffer layer comprises AlN with a thickness greater than 5 nm and not greater than 50 nm; and III-V compound semiconductor layers arranged on the buffer layer; wherein each protruding portion includes a first portion and a second portion formed on the first portion and the first portion is integrated with the base portion; wherein the first portion and the second

portion include different materials; and wherein the first portion of one of the plurality of protrusions has a height H_1 and the one of the plurality of protrusions has a height H ; wherein a ratio of H_1 to H is between 1% and 30% both inclusive.

【指定代表圖】 圖3A

【代表圖之符號簡單說明】

302 基板結構

302a 表面

302b 基底部

302c 凸出部

302d 第一部分

302e 第二部分

304 緩衝層

306 第一半導體層

308 發光結構

310 第二半導體層

311 凹槽

320 第一電極

330 第二電極

H 高度

W 寬度

P 週期

3401頂面

3041頂表面

3042第一部位

3043第二部位

T1厚度方向

T 厚度

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 發光元件

【英文發明名稱】 LIGHT-EMITTING DEVICE

【技術領域】

【0001】 本申請案係有關於一種發光元件，尤指一種具有基板結構之發光元件。

【先前技術】

【0002】 發光二極體被廣泛地用於固態照明光源。相較於傳統的白熾燈泡和螢光燈，發光二極體具有耗電量低以及壽命長等優點，因此發光二極體已逐漸取代傳統光源，並且應用於各種領域，如交通號誌、背光模組、路燈照明、醫療設備等。

【發明內容】

【0003】 本申請案提供一種發光元件，包含：一基板結構，包含一基底部，其具有一表面以及複數凸出部位於基底部之上，複數凸出部以一二維陣列方式排列於基底部之表面上；一緩衝層，覆蓋於複數凸出部及表面上，其中，緩衝層包含氮化鋁且具有一厚度大於5 nm及不超過50 nm；以及一III-V族化合物半導體層，位於緩衝層上；其中，複數凸出部各包含一第一部分以及位於第一部分上的一第二部分，第一部分一體成形於基底部，且第二部分的材料與第一部份的材料不同；以及其中第一部分的高度占凸出部的高度的1%至30%(兩者都含)。

【圖式簡單說明】

【0004】

第1頁，共 16 頁(發明說明書)

圖1A及圖1B係顯示本申請案發光元件之一具體實施例。

圖2A及圖2B係顯示本申請案發光元件之一具體實施例。

圖3A及圖3B係顯示本申請案發光元件之一具體實施例。

圖4A及圖4B係俯視圖，分別顯示本申請案發光元件基板結構不同態樣之具體實施例。

圖5A及圖5B係剖面圖，分別顯示本申請案發光元件凸出部不同態樣之具體實施例。

【實施方式】

【0005】 請參閱圖1A及圖1B，係顯示本申請案發光元件之一實施例。如圖1A所示，發光元件100包含：一基板結構102；一緩衝層104形成於基板結構102上；一第一半導體層106形成於緩衝層104上；一發光結構108形成於第一半導體層106上；以及一第二半導體層110形成於發光結構108上。第一半導體層106、發光結構108以及第二半導體層110可包含III-V族元素組成的化合物，例如氮化鋁鎵銦($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ， $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$)系列。發光結構108可包含單異質結構(single heterostructure, SH)，雙異質結構(double heterostructure, DH)，雙側雙異質結構(double-side double heterostructure, DDH)，多層量子井結構(multi-quantum well, MQW)。發光結構108可發出一幅射，於本實施例中，幅射包含光。光可例如為可見光或不可見光。發光結構108具有一厚度方向(T_1)。較佳的，光具有一主發光波長，主發光波長可例如介於250 奈米(nm)至 500 nm之間。於本實施例中，發光元件100更包含一第一電極120以及一第二電極130，第一電極120位於第一半導體層106之上且與第一半導體層106電性連接，第二電極130位於第二半導體層110之上且與第二半導體層110電性連接。

【0006】 請參閱圖1B並配合參閱圖1A，圖1B係圖1A之基板結構102之一局部放大剖面圖。基板結構102可包含一基底部102b及複數凸出部102c。基底

部102b具有一表面102a。於一實施例中，基底部102b的厚度不小於100微米(μm)，較佳的，不大於300 μm 。複數凸出部102c以二維陣列方式排列於基底部102b之表面102a上，複數凸出部102c於基底部102b之表面102a上以二維陣列排列方式包含規則或不規則之排列。各凸出部102c包含一第一材料，基底部102b包含一第二材料，第一材料之折射率比第二材料之折射率小。具體地，在主發光波長下，凸出部102c的第一材料之折射率比基底部102b的第二材料之折射率小。較佳的，在主發光波長下，凸出部102c的第一材料之折射率與基底部102b的第二材料之折射率之間的差異大於0.1，較佳的，大於0.15，又更佳的，介於0.15至0.4之間(兩者皆含)。基底部102b之材料可例如為藍寶石(sapphire)，表面102a可為C平面，以適合磊晶成長。各凸出部102c之材料可例如為二氧化矽(SiO_2)。凸出部102c之三維形狀包含錐體，例如圓錐體、多角錐體或截頭式錐體。於本實施例中，凸出部102c之三維形狀為圓錐體，於發光元件之一剖面圖中，凸出部102c之剖面大致呈三角形。緩衝層104可順應地形成在複數凸出部102c與表面102a上。具體地，緩衝層104具有一相反於基底部102b的頂表面1041，頂表面1041包含一第一部位1042以及與第一部位1042連接的第二部位1043，第一部位1042覆蓋之表面102z，第二部位1043覆蓋複數凸出部102c。於發光元件之一剖面圖中，第一部位1042以及第二部位1043之間有一凹槽111。於一實施例中，緩衝層104包含氮化鋁(AlN)材料。緩衝層104的厚度大於5 nm，且較佳的，不超過50 nm，較佳的，緩衝層104的厚度介於10 nm至30 nm之間(兩者皆含)。於一實施例中，若緩衝層104的厚度小於5 nm，會造成後續成長於其上的磊晶層，例如第一半導體層106的缺陷密度變高，使發光元件的磊晶品質下降。於一實施例中，若緩衝層104，例如 AlN 緩衝層的厚度超過50 nm，於同一晶圓製造出的複數發光元件之間，會有不均勻的主發光波長。如圖1B所示，其中之一或每一凸出部102c與表面102a間形成一夾角 θ ，夾角 θ 之數值不大

於65度，較佳的，夾角 θ 可不大於55度，更佳的，夾角 θ 介於30度至65度之間(兩者皆含)。於一實施例中，其中之一或每一凸出部102c與表面102a間形成兩個不大於65度之夾角 θ ，兩夾角 θ 可皆不大於55度，較佳的，兩夾角 θ 介於30度至55度之間(兩者皆含)。於一實施例中，其中之一或每一凸出部102c與表面102a間形成之兩個夾角 θ 之數值相同或不同。各凸出部102c具有一高度H及一底部寬度W。於本實施例中，高度H不大於1.5 μm ，較佳的，高度H介於0.5 μm 至1.5 μm 之間(兩者皆含)。底部寬度W不小於1 μm ，較佳的，底部寬度W介於1 μm 至 3 μm 之間(兩者皆含)。於一實施例中，高度H與底部寬度W的比值可不大於0.5且大於0，較佳的，高度H與底部寬度W的比值介於0.4至0.5之間(兩者皆含)。如圖所示，各凸出部102c可具有一週期P，於一實施例中，於發光元件之一剖面圖中，凸出部102c之剖面具有一頂點，頂點為凸出部102c沿著發光結構108之厚度方向(T_1)最靠近發光結構108之部位。週期P的定義方式為兩相鄰凸出部102c之頂點之間的距離。於本實施例中，於發光元件之一剖面圖中，凸出部102c之剖面大致呈三角形，週期P的定義方式為兩相鄰凸出部102c之頂點之間的距離，週期P介於1 μm 到3 μm 之間(兩者皆含)。於一實施例中，於一實施例中，高度H=1.2 $\pm 10\% \mu\text{m}$ ；底部寬度W=2.6 $\pm 10\% \mu\text{m}$ ；週期P=3.0 $\pm 10\% \mu\text{m}$ 。於又一實施例中，高度H=0.9 $\pm 10\% \mu\text{m}$ ；寬度W=1.6 $\pm 10\% \mu\text{m}$ ；週期P=1.8 $\pm 10\% \mu\text{m}$ 。於又一實施例中，H=1 $\pm 10\% \mu\text{m}$ ；W=1.5 $\pm 10\% \mu\text{m}$ ；P=1.8 $\pm 10\% \mu\text{m}$ 。於又一實施例中，高度H=1.2 $\pm 10\% \mu\text{m}$ ，寬度W=2.6 $\pm 10\% \mu\text{m}$ ；週期P=3.0 $\pm 10\% \mu\text{m}$ 。於一實施例中，使用X-射線繞射分析(X-ray diffraction, XRD)測量發光元件，於(102)面之半高寬(Full width at half maximum, FWHM)小於250 arcsec，較佳的，不小於100 arcsec。藉由複數凸出部102c形成於基板結構102的表面102a上，可有效地反射及散射發光結構108所發出的光線，以增進發光元件100的發光效率，此外，發光元件100藉由本實施例之基板結構102搭配緩衝層104使得後續磊晶形成於其

上的半導體層即發光結構具有較佳之磊晶品質。

【0007】 如圖1A所示，本申請案一實施例揭露之發光元件100之製造方法包含：提供一包含基底部102b及位於其上的複數凸出部102c的基板結構102，其包含提供一基底部102b，其中基底部102b具有一表面102a；以及實施一圖案化步驟，以形成複數凸出部102c。圖案化步驟包含於表面102a上藉由例如為物理氣相沉積(Physical vapor deposition, PVD)之方式形成一前驅層(圖未示)，接著再移除部分的前驅層，移除的方式包含任何合適的方式，例如乾蝕刻或濕蝕刻等方式移除部分的前驅層以形成複數分離的凸出部102c。於本實施例中，於發光元件之一剖面圖中，凸出部102c大致呈三角形。複數凸出部102c以二維陣列方式排列於基底部102b之表面102a上，複數凸出部102c於基底部102b之表面102a上以二維陣列排列方式包含規則或不規則之排列。本申請案一實施例揭露之發光元件100之製造方法更包含形成一緩衝層104於基底部102b之表面102a上且覆蓋複數凸出部102c，緩衝層104包含氮化鋁(AlN)材料。形成一緩衝層104的方法包含物理氣相沉積。於一實施例中，製造發光元件100之方法更包含藉由金屬有機化學氣相沉積((metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD)以磊晶成長的方式形第一半導體層106、發光結構108以及第二半導體層110。執行磊晶成長的方式包含但不限於金屬有機化學氣相沉積(metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD)、氫化物氣相磊晶法(hydride vapor phase epitaxial, HVPE)、或是液相晶體外延生長(liquid-phase epitaxy, LPE)。

【0008】 如圖1A所示，於本實施例中，本申請案發光元件更包含一覆蓋層140位於緩衝層104以及第一半導體層106之間。覆蓋層140具有一厚度T，其大於緩衝層104的厚度。較佳的，覆蓋層140包含III-V族元素組成的化合物，其能階小於緩衝層104之材料的能階。於一實施例中，覆蓋層140包含氮化鎵(GaN)。具體地，覆蓋層140覆蓋緩衝層104，且部分的覆蓋層140位於凹槽111

中。覆蓋層140包含一相反於緩衝層104的頂面1401，覆蓋層140的厚度T是指自緩衝層104的頂表面1041的第一部位1042至頂面1401之間的最短距離。較佳的，覆蓋層140的厚度T大於 $1\mu\text{m}$ ，且較佳的，不超過 $3.5\mu\text{m}$ ，又更佳的，介於 1 至 $2\mu\text{m}$ 之間。於一實施例中，覆蓋層140未包含故意摻雜之摻雜物，具體地，覆蓋層140的摻雜物的濃度不大於 $5\times 10^{17}/\text{cm}^3$ ，又更佳的，不大於 $1\times 10^{17}/\text{cm}^3$ 。本實施例中由於複數凸出部102c形成於基板結構102的表面102a上，且凸出部102c的高度不大於 $1.5\mu\text{m}$ ，相較於既有技術之發光元件，本實施例之發光元件可具有較薄之覆蓋層140，但發光元件仍可具有實質上相同的光電性表現，因此可具有體積小的優勢。

【0009】 請參閱圖2A及圖2B，係顯示本申請案發光元件之一實施例。如圖2A所示，發光元件200包含：一基板結構202；一緩衝層204形成於基板結構202上；一第一半導體層206形成於緩衝層204上；一發光結構208形成於第一半導體層206上；以及一第二半導體層210形成於發光結構208上。第一半導體層206、發光結構208以及第二半導體層210包含III-V族元素組成的化合物，例如氮化鋁鎵銻($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ， $0\leq x\leq 1$ ， $0\leq y\leq 1$)系列。發光結構108可包含單異質結構(single heterostructure, SH)，雙異質結構(double heterostructure, DH)，雙側雙異質結構(double-side double heterostructure, DDH)，多層量子井結構(multi-quantum well, MQW)。發光結構208可發出一幅射，於本實施例中，幅射包含光。光可例如為可見光或不可見光。發光結構208具有一厚度方向(T_1)。較佳的，光具有一主發光波長，主發光波長可例如介於 250 奈米(nm)至 500 nm之間。於本實施例中，發光元件更包含一第一電極220以及一第二電極230，第一電極220位於第一半導體層206之上且與第一半導體層206電性連接，第二電極230位於第二半導體層210之上且與第二半導體層210電性連接。

【0010】 請參閱圖2B並配合參閱圖2A，圖2B係圖2A之基板結構202之一
第6頁，共 16 頁(發明說明書)

局部放大剖面圖。基板結構202可包含一基底部202b及複數凸出部202c。基底部202b具有一表面202a。於一實施例中，基底部202b的厚度不小於100微米(μm)，較佳的，不大於300 μm 。複數凸出部102c以二維陣列方式排列於基底部202b之表面202a上，複數凸出部202c於基底部202b之表面202a上以二維陣列排列方式包含規則或不規則之排列。於本實施例中，各凸出部202c與基底部102b可一體形成。具體地，各凸出部202c之材料與基底部202b之材料相同。基底部2102a以及各凸出部202c之之材料可例如為藍寶石(sapphire)，表面202a可為C平面，以適合磊晶成長。凸出部202c之三維形狀包含錐體，例如圓錐體、多角錐體或截頭式錐體。於本實施例中，凸出部202c之三維形狀為圓錐體，於發光元件之一剖面圖中，各凸出部202c之剖面大致呈三角形。緩衝層204可順應地形成在複數凸出部202c與表面202a上。具體地，緩衝層204具有一相反於基底部202b的頂表面2041，頂表面2041包含一第一部位2042以及與第一部位2042連接的第二部位2043，第一部位2042覆蓋基底部202b之表面202a，第二部位2043覆蓋複數凸出部202c。於發光元件之一剖面圖中，第一部位2042以及第一部位2042之間有一凹槽211。於一實施例中，緩衝層204包含氮化鋁(AlN)材料。緩衝層204的厚度大於5 nm，且較佳的，不超過50 nm，較佳的，緩衝層204的厚度介於10 nm至30 nm之間(兩者皆含)。於一實施例中，若緩衝層204的厚度小於5 nm，會造成後續成長於其上的磊晶層，例如第一半導體層206的缺陷密度變高，使發光元件的磊晶品質下降。於一實施例中，若緩衝層204，例如AlN緩衝層的厚度超過50 nm，於同一晶圓製造出的複數發光元件之間，會有不均勻的主發光波長。如圖2B所示，其中之一或每一凸出部202c與表面202a間形成一夾角 θ ，夾角 θ 不大於65度，較佳的，夾角 θ 可不大於55度，更佳的，夾角 θ 介於30度至65度之間。於一實施例中，其中之一或每一凸出部202c與表面202a間形成兩個不大於65度之夾角 θ ，兩夾角 θ 可皆不大於55度，較佳的，兩夾角 θ 介於30

度至55度之間(兩者皆含)。於一實施例中，其中之一或每一凸出部202c與表面202a間形成之兩個夾角 θ 之數值相同或不同。於本實施例中，各凸出部202c具有一高度H及一底部寬度W。於本實施例中，高度H不大於 $1.5\ \mu\text{m}$ ，較佳的，高度H介於 $0.5\ \mu\text{m}$ 至 $1.5\ \mu\text{m}$ 之間(兩者皆含)。底部寬度W不小於 $1\ \mu\text{m}$ ，較佳的，底部寬度W介於 $1\ \mu\text{m}$ 至 $3\ \mu\text{m}$ 之間(兩者皆含)。於一實施例中，高度H與底部寬度W的比值可不大於0.5且大於0。較佳的，高度H與底部寬度W的比值介於0.4至0.5之間(兩者皆含)。如圖所示，各凸出部可具有一週期P，於發光元件之一剖面圖中，凸出部202c之剖面具有一頂點，週期P的定義方式為兩相鄰凸出部102c之頂點之間的距離，頂點為凸出部202c沿著發光結構108之厚度方向(T_1)最靠近發光結構108之部位。於本實施例中，於發光元件之一剖面圖中，凸出部202c之剖面大致呈三角形，週期P的定義方式為兩相鄰凸出部102c之頂點之間的距離，週期P介於 $1\ \mu\text{m}$ 到 $3\ \mu\text{m}$ 之間(兩者皆含)。於一實施例中，高度 $H=1.2\pm 10\%\ \mu\text{m}$ ；底部寬度 $W=2.6\pm 10\%\ \mu\text{m}$ ；週期 $P=3.0\pm 10\%\ \mu\text{m}$ 。於又一實施例中，高度 $H=0.9\pm 10\%\ \mu\text{m}$ ；底部寬度 $W=1.6\pm 10\%\ \mu\text{m}$ ；週期 $P=1.8\pm 10\%\ \mu\text{m}$ 。於又一實施例中，高度 $H=1\pm 10\%\ \mu\text{m}$ ；底部寬度 $W=1.5\pm 10\%\ \mu\text{m}$ ；週期 $P=1.8\pm 10\%\ \mu\text{m}$ 。於又一實施例中，高度 $H=1.2\pm 10\%\ \mu\text{m}$ ，底部寬度 $W=2.6\pm 10\%\ \mu\text{m}$ ；週期 $P=3.0\pm 10\%\ \mu\text{m}$ 。於一實施例中，使用X-射線繞射分析(X-ray diffraction, XRD)測量發光元件，於(102)面之半高寬(Full width at half maximum, FWHM)小於250 arcsec，較佳的，不小於100 arcsec。藉由複數凸出部202c形成於基板結構202的表面202a上，可有效地反射及散射發光結構208所發出的光線，以增進發光元件200的發光效率，此外，發光元件200藉由本實施例之基板結構202搭配緩衝層204使得後續磊晶形成於其上的半導體層即發光結構具有較佳之磊晶品質。

【0011】 如圖2A所示，本申請案一實施例揭露之發光元件200之製造方
第8頁，共 16 頁(發明說明書)

法包含：提供一基板結構202，其包含基底部202b及複數凸出部202c，基底部202b具有一表面202a。複數凸出部202c以二維陣列方式排列於基底部202b之表面202a上，複數凸出部202c於基底部202b之表面202a上以二維陣列排列方式包含規則或不規則之排列。形成一緩衝層204於基底部202b之表面202a上且覆蓋些凸出部202c，緩衝層204包含氮化鋁(AlN)材料。於一實施例中，基板結構202之製造方法包含提供一基材(圖未示)，基材具有一上表面，實施一圖案化步驟，圖案化步驟包含自基材的上表面移除部分基材以形成複數彼此基底部202b以及複數位於基底部202b上且彼此分離的凸出部202c，基底部202b具有一表面202a。移除部分基材的方式可包含藉由任何合適的方式，例如乾蝕刻或濕蝕刻等，於本實施例中，於發光元件之一剖面圖中，凸出部202c大致呈三角形。形成一緩衝層204的方法包含物理氣相沉積。於一實施例中，製造發光元件200之方法更包含藉由金屬有機化學氣相沉積((metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD)以磊晶成長的方式形成第一半導體層206、發光結構208以及第二半導體層210。執行磊晶成長的方式包含但不限於金屬有機化學氣相沉積(metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD)、氫化物氣相磊晶法(hydride vapor phase epitaxial, HVPE)、或是液相晶體外延生長(liquid-phase epitaxy, LPE)。

【0012】 如圖2A所示，於本實施例中，本申請案發光元件更包含一覆蓋層140位於緩衝層204以及第一半導體層206之間。覆蓋層240具有一厚度T，其大於緩衝層204的厚度。較佳的，覆蓋層240包含III-V族元素組成的化合物，其能階小於緩衝層204之材料的能階。於一實施例中，覆蓋層240包含氮化鎵(GaN)。具體地，覆蓋層240覆蓋緩衝層204，且部分的覆蓋層240位於凹槽211中。覆蓋層240包含一相反於緩衝層204的頂面2401，覆蓋層240的厚度T是指自第一部位2042至頂面2401之間的最短距離。較佳的，覆蓋層240的厚度T大於

1 μm ，且較佳的，不超過3.5 μm ，又更佳的，介於1至2 μm 之間。於一實施例中，覆蓋層240未包含故意摻雜之摻雜物，具體地，覆蓋層240的摻雜物之濃度小於 $5\times 10^{17}/\text{cm}^3$ ，又更佳的，小於 $1\times 10^{17}/\text{cm}^3$ 。本實施例中由於複數凸出部202c形成於基板結構202的表面202a上，且凸出部202c的高度H不大於1.5 μm ，相較於既有技術之發光元件，本實施例之發光元件可具有較薄之覆蓋層240，但發光元件仍可具有實質上相同的光電性表現，因此具有體積小的優勢。

【0013】 請參閱圖3A及圖3B，係顯示本申請案發光元件之一實施例。如圖3A所示，發光元件300包含：一基板結構302；一緩衝層304形成於基板結構302上；一第一半導體層306形成於緩衝層304上；一發光結構308形成於第一半導體層306上；以及一第二半導體層310形成於發光結構308上。第一半導體層306、發光結構308以及第二半導體層310之可包含III-V族元素組成的化合物，例如氮化鋁鎵銻($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ， $0\leq x\leq 1$ ， $0\leq y\leq 1$)系列。發光結構108可包含單異質結構(single heterostructure, SH)，雙異質結構(double heterostructure, DH)，雙側雙異質結構(double-side double heterostructure, DDH)，多層量子井結構(multi-quantum well, MQW)。發光結構308可發出一幅射，於本實施例中，幅射包含光。發光結構308具有一厚度方向(T_1)。光可例如為可見光或不可見光。較佳的，光具有一主發光波長，主發光波長可例如介於250 奈米(nm)至 500 nm之間。於本實施例中，發光元件更包含一第一電極320以及一第二電極330，第一電極320位於第一半導體層306之上且與第一半導體層306電性連接，第二電極330位於第二半導體層310之上且與第二半導體層310電性連接。

【0014】 請參閱圖3B並配合參閱圖3A，圖3B係圖3A之基板結構302之一局部放大剖面圖。基底部302b具有一表面302a。於一實施例中，基底部302b的厚度不小於100微米(μm)，較佳的，不大於300 μm 。複數凸出部302c以二維陣列圖案排列於基底3202a之表面302a上，複數凸出部302c於基底部302b之表面

302a上以二維陣列排列方式包含規則或不規則之排列。各凸出部302c可包含一第一部分302d以及一位於第一部分302d上的第二部分302e，第一部分302d一體成形於基底部302b上，第二部分302e形成於第一部分302d上。具體地，第一部分302d的包含第一材料，其與基底部302b的材料相同。於本實施例中，第二部分302e包含第二材料，第二材料與第一部分302d的第一材料不同，第二部分302e的第二材料之折射率係較第一部分302d的第一材料之折射率小。具體地，在主發光波長下，第二部分302e的第二材料之折射率比第一部分302d的第一材料之折射率小。較佳的，在主發光波長下，第二部分302e的第二材料之折射率與第一部分302d的第一材料折射率之間的差異大於0.1，較佳的，大於0.15，又更佳的，介於0.15至0.4之間(兩者皆含)。凸出部302c之三維形狀包含錐體，例如圓錐體、多角錐體或截頭式錐體。於本實施例中，凸出部302c之三維形狀為圓錐體，於發光元件之一剖面圖中，包含第一部分302d與第二部分302e的凸出部302c之剖面係大致呈三角形之形狀。第二部分302e的材料可例如為二氧化矽(SiO_2)。第一部分302d以及基底部302b之材質可包含藍寶石，表面302a可為C平面，以適合磊晶成長。緩衝層304可順應地在複數凸出部302c與表面302a上。於一實施例中，緩衝層304可為氮化鋁(AlN)材料。緩衝層304的厚度大於5 nm，且較佳的，不超過50 nm，較佳的，緩衝層304的厚度介於10 nm至30 nm之間(兩者皆含)。於一實施例中，若緩衝層304的厚度小於5 nm，會造成後續成長於其上的磊晶層，例如第一半導體層306的缺陷密度變高，使發光元件的磊晶品質下降，進而降低內部量子效率。於一實施例中，若緩衝層304，例如 AlN 緩衝層的厚度超過50 nm，於同一晶圓製造出的複數發光元件之間，會有不均勻的主發光波長。如圖3B所示，其中之一或每一凸出部302c與表面302a間形成一夾角 θ ，夾角 θ 之數值不大於65度，較佳的，夾角 θ 可不大於55度，更佳的，夾角 θ 介於30度至65度之間(兩者皆含)。於一實施例中，其中之一或每一凸出部302c與

表面302a間形成兩個不大於65度之夾角 θ ，兩夾角 θ 可皆不大於55度，較佳的，兩夾角介於30度至55度之間(兩者皆含)。於一實施例中，其中之一或每一凸出部302c與表面302a間形成之兩個夾角 θ 之數值相同或不同。各凸出部302c具有一高度H及一底部寬度W，高度H與底部寬度W的比值可小於0.5且大於0。其中之一或每一凸出部302c之第一部分302d的高度(H_1)約占凸出部302c之高度H的1~30%(兩者皆含)，較佳的，其中之一或每一凸出部302c之第一部分302d的高度(H_1)約占凸出部302c之高度H的10%~20%(兩者皆含)。如圖所示，各凸出部302c可具有一週期P，於一實施例中，於發光元件之一剖面圖中，凸出部302c之剖面具有一頂點，頂點為凸出部302c沿著發光結構308之厚度方向(T_1)最靠近發光結構308之部位。週期P的定義方式為兩相鄰凸出部302c之頂點之間的距離。於本實施例中，於發光元件之一剖面圖中，凸出部302c之剖面大致呈三角形，週期P的定義方式為兩相鄰凸出部302c之頂點之間的距離，週期P介於1 μm 到3 μm 之間(兩者皆含)。於一實施例中，高度 $H=1.2\pm 10\%\mu\text{m}$ ；底部寬度 $W=2.6\pm 10\%\mu\text{m}$ ；週期 $P=3.0\pm 10\%\mu\text{m}$ 。於又一實施例中，高度 $H=0.9\pm 10\%\mu\text{m}$ ；底部寬度 $W=1.6\pm 10\%\mu\text{m}$ ；週期 $P=1.8\pm 10\%\mu\text{m}$ 。於又一實施例中，高度 $H=1.2\pm 10\%\mu\text{m}$ ，底部寬度 $W=2.6\pm 10\%\mu\text{m}$ ；週期 $P=3.0\pm 10\%\mu\text{m}$ 。於又一實施例中，高度 $H=1\pm 10\%\mu\text{m}$ ；底部寬度 $W=1.5\pm 10\%\mu\text{m}$ ；週期 $P=1.8\pm 10\%\mu\text{m}$ 。於一實施例中，使用X-射線繞射分析(X-ray diffraction, XRD)測量發光元件，於(102)面之半高寬(Full width at half maximum, FWHM)小於250 arcsec，較佳的，不小於100 arcsec。

【0015】 如圖3A所示，本申請案一實施例揭露之發光元件300之製造方法包含：提供一包含基底部302b及複數凸出部302c的基板結構302，其包含提供一基材(圖未示)，其中基材具有一上表面(圖未示)；以及實施一圖案化步驟，以形成基底部302b以及複數位於基底部302b上且彼此分離的凸出部302c。圖案

第12頁，共 16 頁(發明說明書)

化步驟包含於基材的上表面上藉由例如為物理氣相沉積(Physical vapor deposition, PVD)之方式形成一前驅層(圖未示),接著再移除部分的前驅層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適的方式,例如乾蝕刻或濕蝕刻等方式移除部分的前驅層以及移除部分的基材,以形成複數分離的凸出部302c及形成基底部302b,基底部302包含表面302a。於本實施例中,於發光元件之一剖面圖中,凸出部302c大致呈三角形。複數凸出部302c以二維陣列方式排列於基底部302b之表面302a上,複數凸出部302c於基底部302b之表面302a上以二維陣列排列方式包含規則或不規則之排列。本申請案一實施例揭露之發光元件300之製造方法更包含形成一緩衝層304於基底部302b之表面302a上且覆蓋複數凸出部302c,緩衝層304包含氮化鋁(AlN)材料。形成緩衝層304的方法包含物理氣相沉積。於一實施例中,製造發光元件300之方法更包含藉由金屬有機化學氣相沉積((metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD)以磊晶成長的方式形第一半導體層306、發光結構308以及第二半導體層310。執行磊晶成長的方式包含但不限於金屬有機化學氣相沉積(metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD)、氫化物氣相磊晶法(hydride vapor phase epitaxial, HVPE)、或是液相晶體外延生長(liquid-phase epitaxy, LPE)。

【0016】 如圖3A所示,於本實施例中,本申請案發光元件更包含一覆蓋層340位於緩衝層304以及第一半導體層306之間。覆蓋層340具有一厚度T,其大於緩衝層304的厚度。較佳的,覆蓋層340包含III-V族元素組成的化合物,其能階小於緩衝層204之材料的能階。於一實施例中,覆蓋層340包含氮化鎵(GaN)。具體地,覆蓋層340覆蓋緩衝層304,且部分的覆蓋層340位於凹槽311中。覆蓋層340包含一相反於緩衝層304的頂面3401,覆蓋層340的厚度T是指第一部位3042至頂面3401之間的最短距離。較佳的,覆蓋層340的厚度T大於1 μm ,且較佳的,不超過3.5 μm ,又更佳的,介於1至2 μm 之間。於一實施例

中，覆蓋層340未包含故意摻雜之摻雜物，具體地，覆蓋層340的摻雜物之濃度小於 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ ，又更佳的，小於 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 。本實施例中由於複數凸出部302c形成於基板結構202的表面302a上，且凸出部302c的高度H不大於 $1.5 \mu\text{m}$ ，相較於既有技術之發光元件，本實施例之發光元件可具有較薄之覆蓋層340，但發光元件仍可具有實質上相同的光電性表現，因此具有體積小的優勢。可具有體積小的優勢。

【0017】 請參閱圖4A及圖4B，係顯示本申請案發光元件之基板結構102之不同態樣實施例之俯視圖。如圖4A所示，基板結構102之基底部102b之表面102a上，有複數個於俯視下外輪廓呈現圓形之凸出部102c，而複數凸出部102c可呈六方最密排列。如圖4B所示，基板結構102之基底部102b之表面102a上，可形成有於俯視下外輪廓大致呈現三角形之複數凸出部102c，而每一三角形的邊可具有弧度，而複數凸出部102c可呈六方最密排列。

【0018】 請參閱圖5A及圖5B，係顯示本申請案發光元件之基板結構102之凸出部102c的剖面形狀。如圖5A所示，由剖面觀之，凸出部102c可大致呈梯形。具體地，凸出部102c具有一上平面P1以及一與上平面P1相反的下平面P2，相較於上平面P1，下平面P2較接近基底部102b之表面102a。較佳的，上平面P1與下平面P2的比例不大於0.3，且大於0。於一實施例中，搭配圖4B及圖5A觀之，凸出部102c為一截頭式三角錐體，由俯視觀之，下平面P2之三角形外輪廓包圍上平面P1之三角形輪廓，下平面P2之三角形各邊與上平面P1之三角形之各邊之間分別構成一斜面。於本實施例中，週期P的定義方式為兩相鄰凸出部102c之上平面P1中心之間的距離。

【0019】 如圖5B所示，由剖面觀之，凸出部102c包含一向外突起的弧部1021，弧部兩端點連接構成一虛擬之弦部1022。凸出部102c包含一頂部201與弧部1021連接。在本實施例中，弧部1021與弦部1022間的最大距離B可大於0

μm ，較佳的，不大於 $0.5\ \mu\text{m}$ 。凸出部102c的頂部201寬度D1為凸出部102c之頂部圓周上任意兩點間的最大距離。於一實施例中，頂部201的寬度D1可為0。於一實施例中，頂部201寬度D1需大於0。夾角 θ 係介於表面102a與弦部1022間的夾角。於本實施例中，高度H不大於 $1.5\ \mu\text{m}$ ，且大於 $0\ \mu\text{m}$ 。

【0020】 惟以上所述者，僅為本申請案之較佳實施例而已，並非用來限定本申請案實施之範圍，舉凡依本申請案申請專利範圍所述之形狀、構造、特徵及精神所為之均等變化與修飾，均應包括於本申請案之申請專利範圍內。

【符號說明】

【0021】

100、200、300 發光元件

102、202、302 基板結構

102a、202a、302a 表面

102b、202b、302b 基底部

102c、202c、302c 凸出部

302d 第一部分

302e 第二部分

104、204、304 緩衝層

106、206、306 第一半導體層

108、208、308 發光結構

110、210、310 第二半導體層

120、220、320 第一電極

130、230、330 第二電極

H 高度

W 寬度

P 週期

P1 上表面

P2 下表面

111、211、311 凹槽

1041、2041、3041 頂表面

1042、2042、3042 第一部位

1043、2043、3043 第二部位

H₁ 高度

θ 夾角

T₁ 厚度方向

T 厚度

【生物材料寄存】

【0022】 無。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種發光元件，包含：

一基板結構，包含一基底部，其具有一表面以及複數凸出部位於該基底部之上，該複數凸出部以一二維陣列方式排列於該基底部之該表面上；

一緩衝層，其覆蓋於該複數凸出部及該表面上，其中，該緩衝層包含氮化鋁且具有一厚度大於5 nm及不超過50 nm；以及

一III-V族化合物半導體層，位於該緩衝層上；

其中，該複數凸出部各包含一第一部分以及位於該第一部分上的一第二部分，該第一部分一體成形於該基底部，且該第二部分的材料與該第一部份的材料不同；以及

其中，該第一部分的高度占該凸出部的高度的1%至30%(兩者都含)。

【請求項2】 如請求項1的發光元件，其中於該基板結構的一剖面圖中，該複數凸出部其中之一與該基底部的該表面間形成一夾角，該夾角小於65度。

【請求項3】 如請求項1的發光元件，其中該第二部分的該材料的折射率小於該第一部份的該材料的折射率。

【請求項4】 如請求項1的發光元件，其中該複數凸出部其中之一具有一底部寬度，該凸出部的該高度與該底部寬度的比值大於0且不大於0.5；及/或該複數凸出部的該高度分別不大於1.5 μm 。

【請求項5】 如請求項1的發光元件，其中於一剖視圖中，該複數凸出部具有一週期，其介於1 μm 到3 μm 之間。

【請求項6】 如請求項1的發光元件，其中該基底部包含藍寶石，以及該表面包含該藍寶石的C平面。

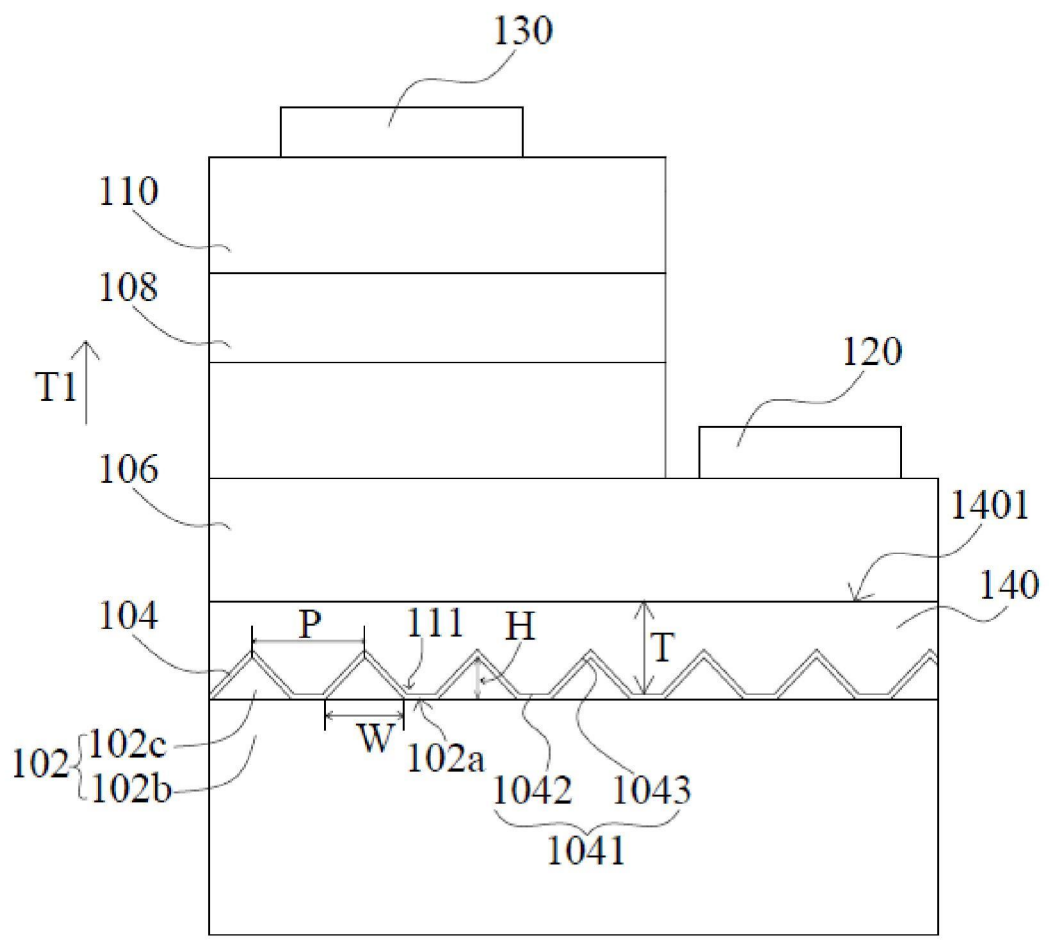
【請求項7】 如請求項1的發光元件，其中該發光元件具有一(102)面之一半高寬數值，該半高寬數值小於250 arcsec。

【請求項8】 如請求項1的發光元件，其中，該第一部分包含一第一側壁，該第二部分包含一第二側壁與該第一側壁相連接，該緩衝層接觸該表面、該第一側壁以及該第二側壁。

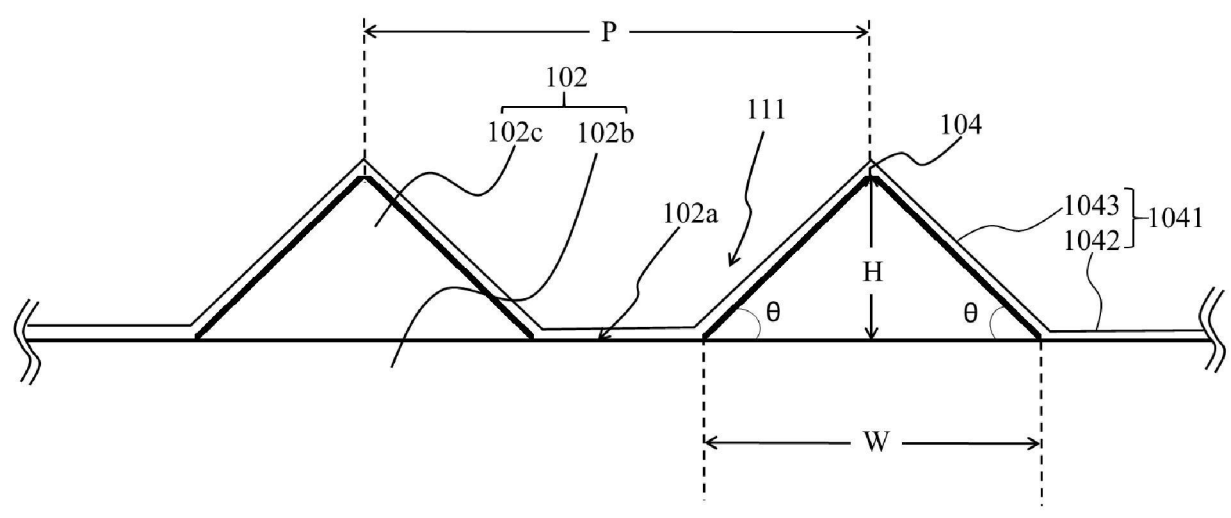
【請求項9】 如請求項1的發光元件，其中由剖面觀之，該複數凸出部其中之一包含一向外突起的弧部，該弧部的兩端點連接構成一虛擬弦部；以及該弧部與該虛擬弦部之間的最大距離為大於0 μm 且不大於0.5 μm 。

【請求項10】 如請求項1的發光元件，更包含一凹槽位於該複數凸出部之間；以及其中該III-V族化合物半導體層包含一覆蓋層覆蓋該緩衝層，該覆蓋層的能階小於該緩衝層的能階，且部分的該覆蓋層位於該凹槽中。

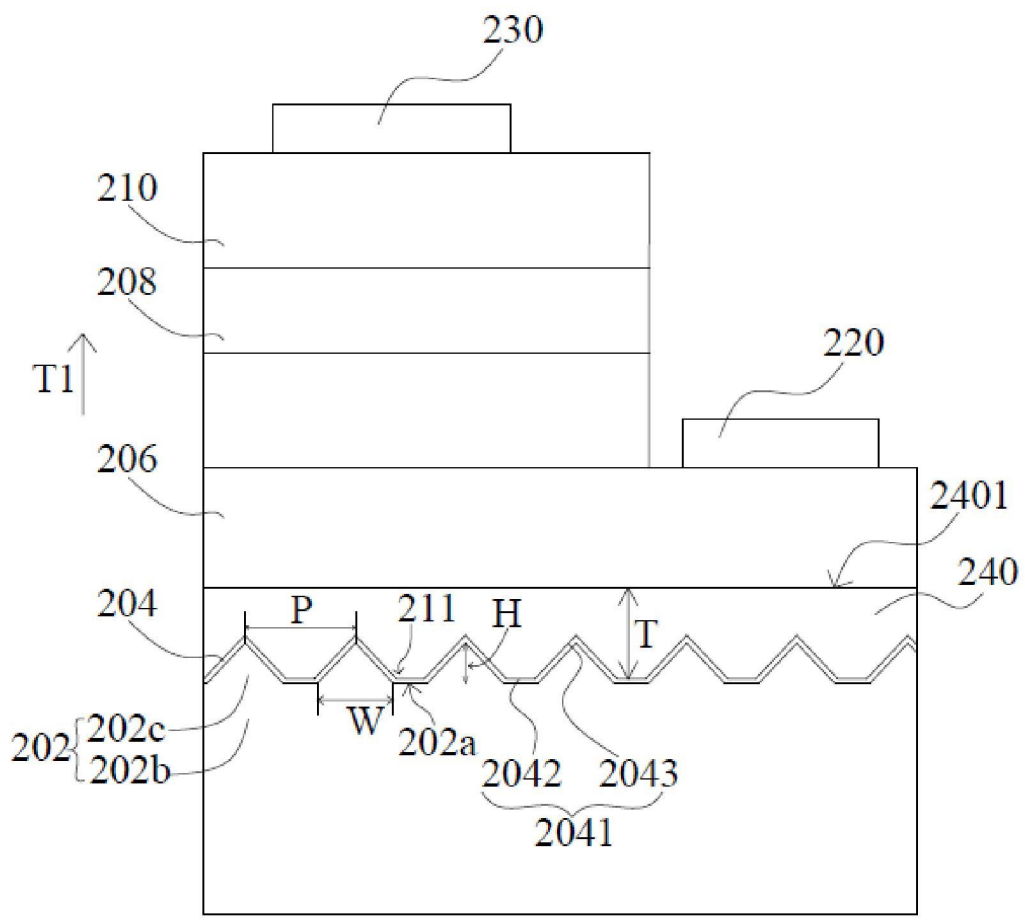
【發明圖式】



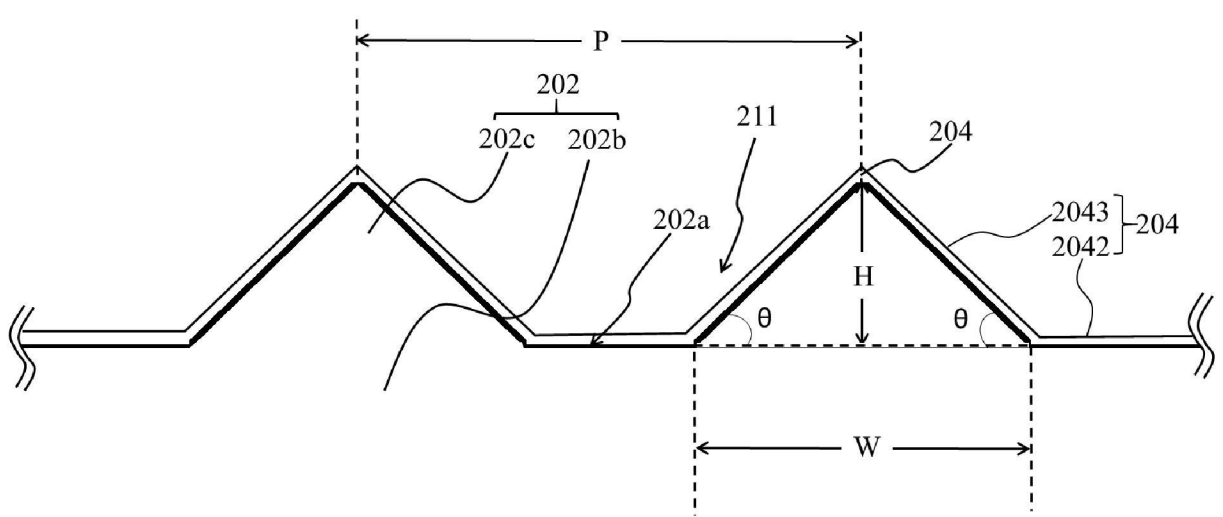
【圖1A】



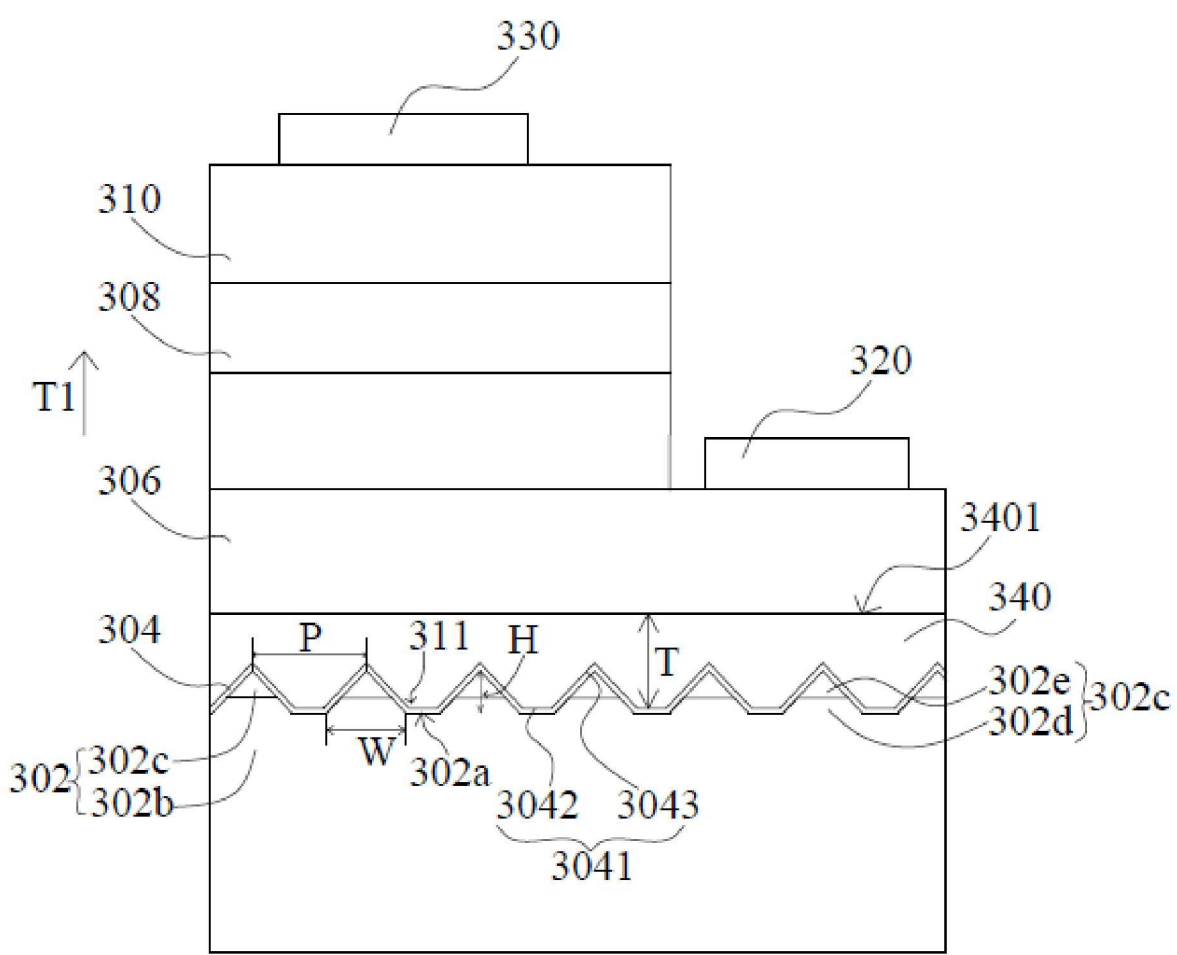
【圖1B】



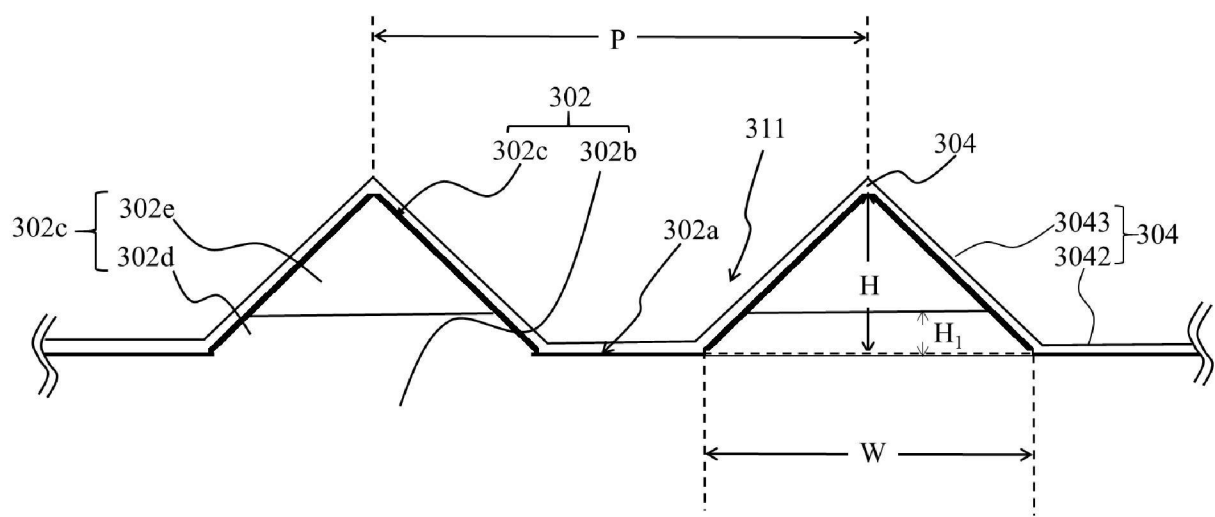
【圖2A】



【圖2B】

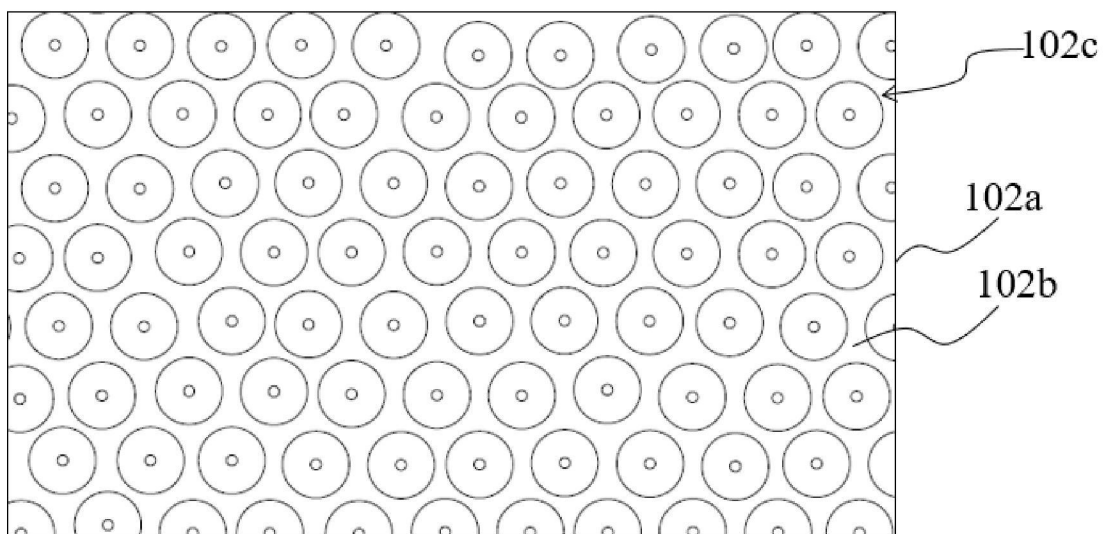


【圖3A】



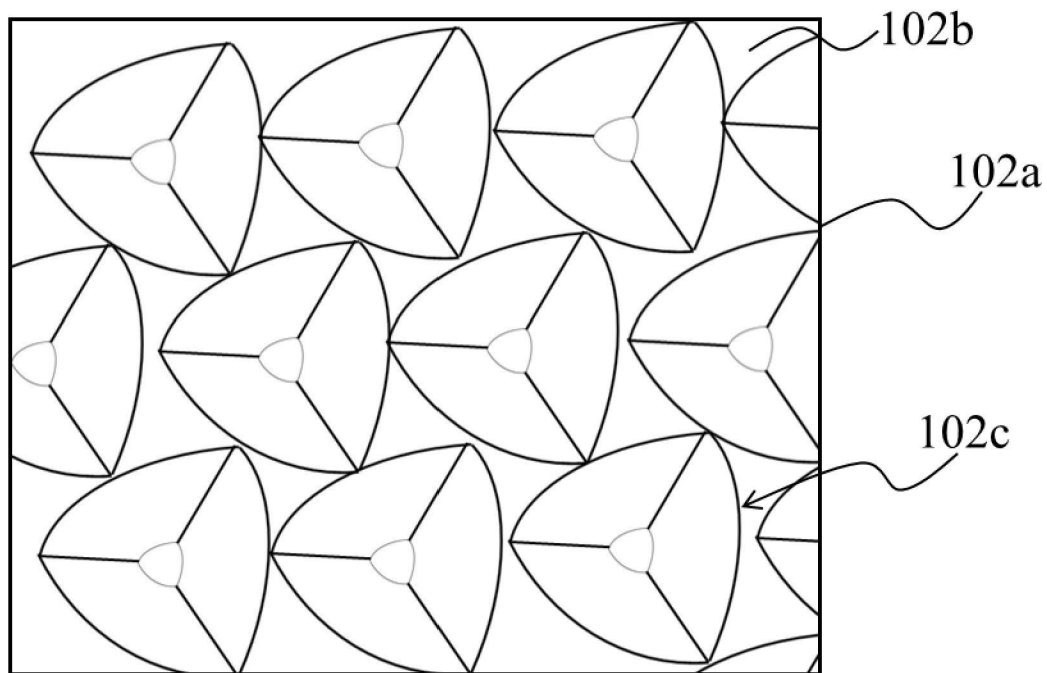
【圖3B】

102

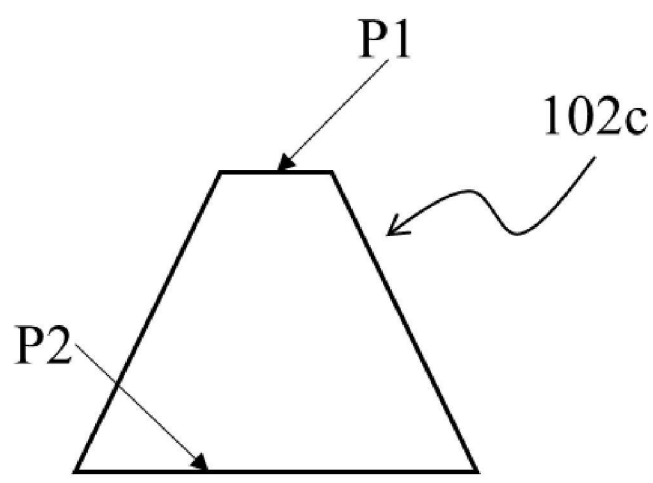


【圖4A】

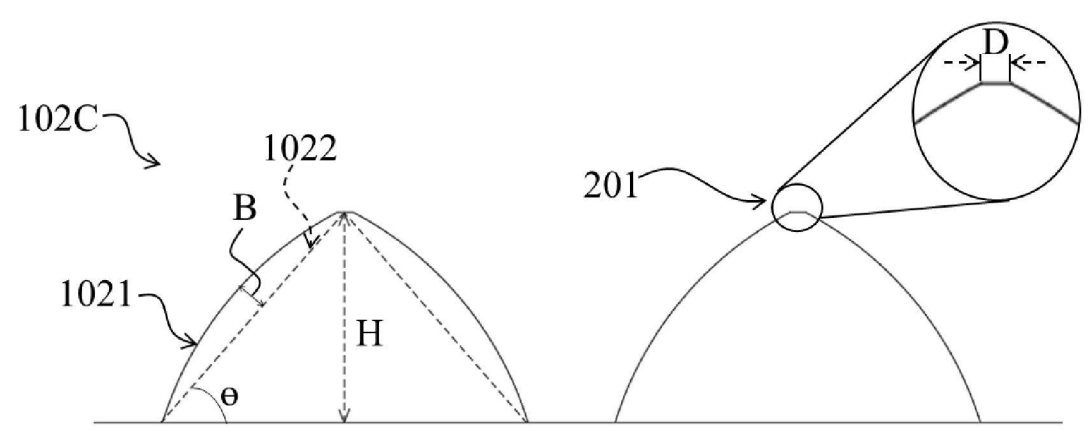
102



【圖4B】



【圖5A】



【圖5B】