



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I373861B1

(45) 公告日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：097148204

(22) 申請日：中華民國 97 (2008) 年 12 月 11 日

(51) Int. Cl. : **H01L33/00 (2010.01)**

(71) 申請人：國立清華大學 (中華民國) NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY (TW)

新竹市光復路 2 段 101 號

(72) 發明人：趙煦 CHAO, SHIUH (TW) ; 黃承揚 HUANG, CHEN YANG (TW) ; 顧浩民 KU, HAO MIN (TW)

(74) 代理人：蔡朝安；鄭淑芬

(56) 參考文獻：

US	7136217B2	US	2003/0146442A1
US	2003/0209714A1	US	2005/0133796A1
US	2006/0220031A1	US	2007/0064407A1
US	2007/0134842A1		

審查人員：湯欽全

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：26 共 0 頁

(54) 名稱

發光元件的製造方法及其發光元件

FABRICATION METHOD OF LIGHT EMITTING ELEMENT AND ITS LIGHT EMITTING ELEMENT

(57) 摘要

一種發光元件的製造方法及其發光元件，藉由薄膜鍍製技術製作光學薄膜陣列於基板上，並以橫向磊晶技術往上製作發光元件的磊晶層，形成陣列形式發光元件。使陣列中每一個發光元件的基板與磊晶層間有一多層結構的光學薄膜，可提供發光元件高反射的特性，且可承受磊晶製程時的高溫。

A fabrication method of the light emitting element and its light emitting element are disclosed herein. It utilizes the membrane forming technology to form optic films arranged in array on a substrate and then up-forward forming the epitaxial layer by the epitaxial lateral overgrowth (ELOG) technology so as to form light emitting elements in array. The optic film can provide the high reflection ability and bear the high temperature in the ELOG process.

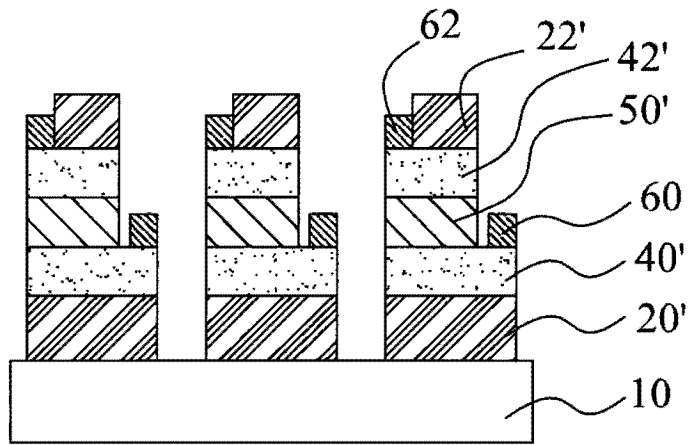


圖3

- 10 . . . 基板
- 20' . . . 圖案化第一光學膜
- 22' . . . 圖案化第二光學膜
- 40' . . . 圖案化第一半導體膜
- 42' . . . 圖案化第二半導體膜
- 50' . . . 圖案化發光膜
- 60 . . . 電極
- 62 . . . 電極

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種光學元件，特別是一種發光元件的製造方法及其發光元件。

【先前技術】

習知陣列型發光二極體之製作，如圖 1 所示，一般是將發光二極體磊晶層以磊晶方式製作於一基板 100 上，並於蝕刻後可形成如圖 1 所示之發光元件。此發光二極體磊晶層依序包括一 P 型半導體層 110、一量子井主動層 120 與一 N 型半導體層 112。

一般為了要增加發光元件之發光效率，會於基板上製作提升光效率之光學層，藉由光學膜的高反射特性回收背部耗散的光線，如美國專利公開案 US2005133796A1 所揭露。然而，光學膜層製作於發光元件外部時，LED 發光光線在磊晶層內部全反射將無法到達基板外部。或是 LED 發光光線經過磊晶層與基板的多次折射耗損後，才能到達外部的光學膜層。此時，藉由反射光學膜層回收光線而朝正面出光的光量相當有限。因此，若能將反射光學膜層結構埋坎在磊晶層當中，意即是把反射鏡放置於相當接近主動發光層的位置，故可直接在磊晶層內反射回收背部光線，並免除多次折射耗損與全反射問題，使達成提升 LED 正面出光的效率。但上述反射鏡必須能夠承受磊晶層製作時的高溫方可埋坎在磊晶層中，目前並無先前技術揭示此類耐高溫反射鏡之製程、材料及結構。綜上所述，如何製作具有高發光效率之發光元件實為一重要的課題。

【發明內容】

為了解決上述問題，本發明目的之一係提供一種發光元件的製造方法及其發光元件，可製作具有可提升光效率且耐磊晶高溫之圖案化光學膜。

本發明目的之一係提供一種發光元件的製造方法及其發光元件，於磊晶基板上直接製作圖案化光學膜陣列結構，再磊晶製作發光二極體元件。

本發明目的之一係提供一種發光元件的製造方法及其發光元件，圖案化光學膜陣列結構可承受磊晶製程之高溫。

為了達到上述目的，本發明一實施例之一種發光元件的製造方法，包括下列步驟：提供一基板；形成一第一光學層於基板上；移除部份第一光學層以形成複數個圖案化第一光學膜，其中圖案化第一光學膜係陣列設置於基板上；利用一橫向磊晶程序依序於基板與圖案化第一光學膜上形成一第一半導體層覆蓋於其上；依序形成一發光層與一第二半導體層於第一半導體層上；以及移除部份第一半導體層、發光層與第二半導體層以同時形成複數個圖案化第一半導體膜、複數個圖案化發光膜與複數個第二半導體膜於圖案化第一光學膜上。

本發明另一實施例之一種發光元件，係包括：一基板；複數個圖案化第一光學膜，係陣列設置於基板上；複數個圖案化第一半導體膜，係設置於圖案化第一光學膜上；複數個圖案化發光膜，係設置於圖案化第一半導體膜上；以及複數個圖案化第二半導體膜，係設置於圖案化發光膜上。

【實施方式】

以下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

圖 2A、圖 2B、圖 2C、圖 2D、圖 2E、圖 2F 與圖 2G 所示為本發明一實施例發光元件製造方法之流程示意圖。於本實施例中，發光元件製造方法包括下列步驟。首先，提供一基板 10，如圖 2A 所示。接著，請參照圖 2B、圖 2C 與圖 2D，形成一第一光學層 20 於基板 10 上並利用圖案化之一光阻層 30 為遮罩移除部份第一光學層 20 以形成複數個圖案化第一光學膜 20' 陣列設置於基板 10 上。

接續上述說明，如圖 2E 所示，利用一橫向磊晶程序於基板 10 與圖案化第一光學膜 20' 上形成一第一半導體層 40 覆蓋於其上。橫向磊晶程序係於 900°C 以上之高溫環境下進行。之後，依序形成一發光層 50 與一第二半導體層 42 於第一半導體層 40 上，如圖 2F 所示。接著，請參照圖 2G，移除部份第一半導體層 40、發光層 50 與第二半導體層 42 以同時形成複數個圖案化第一半導體膜 40'、複數個圖案化發光膜 50' 與複數個圖案化第二半導體膜 42' 於圖案化第一光學膜 20' 上。

於上述實施例中，基板的材質可選自下列群組：藍寶石 (Sapphire)、碳化矽 (SiC)、矽 (Si)、砷化鎵 (GaAs)、鋁酸鋰 (LiAlO₂)、鎵酸鋰 (LiGaO₂) 氮化鋁或有機材料等材質。第一光學層係利用濺鍍、蒸鍍、化學氣相沉積、化學液相沉積、化學氣相磊晶或化學液相磊晶等方式所製成之一多層結構。橫向磊晶程序可使用分子束磊晶 (MVE)、金屬有機化學氣相沉積 (MOCVD) 或液相磊晶 (LPE) 等技術。

於一實施例中，移除部分第一光學層 20 或移除部份第一半導體層 40、發光層 50 與第二半導體層 42 之步驟可利用微影蝕刻或雷射

鑽孔等方式進行。

請參照圖 3，於一實施例中，發光元件製造方法更包括形成複數個圖案化第二光學膜 22' 於圖案化第二半導體膜 42' 之部分表面上。圖案化第二光學膜 22' 可利用濺鍍、蒸鍍、化學氣相沉積、化學液相沉積、化學氣相磊晶或化學液相磊晶等方式所製成。另外，於一實施例中，發光元件製造方法更包括分別形成一電極 (60、62) 於圖案化第一半導體膜 40' 與圖案化第二半導體膜 42' 上。

圖 5A、圖 5B、圖 5C、圖 5D、圖 5E、圖 5F、圖 5G、圖 5H 與圖 5I 所示為本發明另一實施例發光元件製造方法之流程示意圖。於本實施例中，基板 10 具有一晶種層 12 (seed layer) 於其上，如圖 5A 所示。此晶種層 12 之材質可為氮化鎵 (GaN)。接著，如圖 5B、圖 5C 與圖 5D 所示，形成一第一光學層 20 於基板 10 上並利用圖案化之一光阻層 30 為遮罩移除部份第一光學層 20 以形成複數個圖案化第一光學膜 20' 陣列設置於基板 10 上。如圖 5E 所示，利用一橫向磊晶程序於基板 10 與圖案化第一光學膜 20' 上形成一第一半導體層 40 覆蓋於其上。之後，依序形成一發光層 50 與一第二半導體層 42 於第一半導體層 40 上，如圖 5F 所示。

接著，請參照圖 5G，移除基板 10 並保留與圖案化第一光學膜 20' 接觸之晶種層 12；以及設置一次基板 (sub-substrate) 10' 於晶種層 12 下。其中，基板 10 可回收再次使用有效降低成本。次基板 10' 則可依需要選用散熱好且成本低之材料。

接著，移除部份第一半導體層 40、發光層 50 與第二半導體層 42 以同時形成複數個圖案化第一半導體膜 40'、複數個圖案化發光膜 50' 與複數個圖案化第二半導體膜 42' 於圖案化第一光學膜 20' 上。

請參照圖 3 與圖 4，於本實施例中，發光元件包括：一基

板 10；複數個圖案化第一光學膜 20' 陣列設置於基板 10 上；複數個圖案化第一半導體膜 40' 設置於圖案化第一光學膜 20' 上；複數個圖案化發光膜 50' 設置於圖案化第一半導體膜 40' 上；以及複數個圖案化第二半導體膜 42' 設置於圖案化發光膜 50' 上。於一實施例中，複數個圖案化第二光學膜 22' 分別設置於圖案化第二半導體膜 42' 之部分表面上。於一實施例中，圖案化第一光學膜 20' 與圖案化第二光學膜 22' 間形成一光學共振腔。

於一實施例中，第一半導體膜與第二半導體膜之材質係為 III-V 族(三五族)半導體材料或有機材料。於一實施例中，第一半導體膜與第二半導體膜之材質為氮化鎵 (GaN) 或有機材料。於一實施例中，圖案化發光膜係為 PN 介面或量子井結構。

接續上述說明，於一實施例中，圖案化第一光學膜係為一多層膜結構，此多層膜結構係由至少兩個不同折射率之材料疊置而成。此多層膜結構之材質係選自下列組合：氧化鈦 (TiO_2)、氧化鉬 (Ta_2O_5)、氧化鈮 (Nb_2O_5)、氧化鈾 (CeO_2)、硫化鋅 (ZnS)、氧化鋅 (ZnO)、氧化矽 (SiO_2)、氟化鎂 (MgF_2) 與有機材料。於一實施例中，此多層膜結構為一光子晶體 (photonics) 結構。於一實施例中，此多層膜結構係呈平面狀、鋸齒狀、波浪狀、方形狀或週期狀，如圖 8A、圖 8B 與圖 8C 所示。

於一實施例中，圖案化第二光學膜 22' 之結構為一多層膜結構，與圖案化第一光學膜 20' 之結構類似。然，本發明並不限於此，圖案化第二光學膜 22' 亦可為非多層膜結構。於一實施例中，圖案化第二光學膜亦可為一光子晶體 (photonic crystal) 結構。

請參照圖 9，於不同實施例中，圖案化第一光學膜之形狀係為三角形、圓形、方形或多邊形。圖案化第一光學膜可以四方形排

列、三角形排列、多角形排列陣列設置。

根據上述，本發明特徵之一為可在基板和發光結構之間引入一光學結構。此光學結構提供陣列型半導體發光元件中的每一個發光單元都具有一高反射特性。若針對陣列型發光二極體則可使發光效率提升，而若是針對陣列型雷射半導體則可提供雷射所需的高反射鏡。此外，此光學結構可承受磊晶時的高溫，具有不形變及剝落的特性。

請參照圖 6A、圖 6B、圖 7A 與圖 7B，將本發明之光學薄膜實際放置於石英爐管進行加熱測試，在 30 分鐘內從室溫升高到 1200°C，再停滯 30 分鐘於高溫 1200°C。最後用風扇與循環水在 60 分鐘內快速冷卻製常溫。實驗結果如圖 6C、圖 6D、圖 7C 與圖 7D 所示，可發現此光學薄膜於高溫前後均沒有任何形變、剝落、破裂，或薄膜隆起等現象發生，足以證明此光學結構可承受半導體製程中，磊晶過程的高溫。另外，請參照圖 10，為本發明之光學薄膜實際承受磊晶過程之高溫實驗圖。圖 10A 與圖 10B 為磊晶未完成時之俯視圖與剖面圖。由圖 10A 與圖 10B 所示，於磊晶過程中，半導體層由橫向發展逐漸覆蓋光學薄膜，本發明之光學薄膜並無任何形變。繼續參照圖 10C 與圖 10D，磊晶完成後，半導體層完全覆蓋光學薄膜，可明顯得知本發明之光學薄膜在經過磊晶高溫後均無任何形變、剝落、破裂，或薄膜隆起等現象發生。

綜合上述，本發明可製作具有可提升光效率且耐磊晶高溫之圖案化光學膜；藉由於磊晶基板上直接製作圖案化光學膜陣列結構，接著再磊晶製作發光二極體元件，此圖案化光學膜陣列結構可承受磊晶製程之高溫。本發明之光學膜與磊晶層非分開製作再組合而成，故可減少工序並有效降低成本。本發明之技術並不侷限於此，亦可應用於有機發光元

件，如有機發光二極體（OLED）。

以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 所示為習知發光元件之示意圖。

圖 2A、圖 2B、圖 2C、圖 2D、圖 2E、圖 2F 與圖 2G 所示為本發明一實施例之示意圖。

圖 3 所示為根據本發明一實施例之示意圖。

圖 4 所示為根據本發明一實施例之示意圖。

圖 5A、圖 5B、圖 5C、圖 5D、圖 5E、圖 5F、圖 5G、圖 5H 與圖 5I 所示為本發明一實施例之示意圖。

圖 6 所示為根據本發明一實施例之示意圖。

圖 7 所示為根據本發明一實施例之示意圖。

圖 8A、圖 8B 與圖 8C 所示為根據本發明不同實施例之示意圖。

圖 9 所示為根據本發明一實施例之示意圖。

圖 10 所示為根據本發明一實施例之示意圖。

【主要元件符號說明】

- 10 基板
- 10' 次基板
- 12 晶種層
- 20 第一光學層
- 20' 圖案化第一光學膜
- 22 第二光學層
- 22' 圖案化第二光學膜
- 30 光阻層
- 40 第一半導體層
- 40' 圖案化第一半導體膜
- 42 第二半導體層
- 42' 圖案化第二半導體膜
- 50 發光層
- 50' 圖案化發光膜
- 60 電極
- 62 電極
- 100 基板
- 110 P型半導體層
- 112 量子井主動層
- 120 N型半導體層

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 97148204

※ 申請日： 97.12.11 ※IPC 分類： H01L 33/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

發光元件的製造方法及其發光元件

FABRICATION METHOD OF LIGHT EMITTING ELEMENT AND
ITS LIGHT EMITTING ELEMENT

二、中文發明摘要：

一種發光元件的製造方法及其發光元件，藉由薄膜鍍製技術製作光學薄膜陣列於基板上，並以橫向磊晶技術往上製作發光元件的磊晶層，形成陣列形式發光元件。使陣列中每一個發光元件的基板與磊晶層間有一多層結構的光學薄膜，可提供發光元件高反射的特性，且可承受磊晶製程時的高溫。

三、英文發明摘要：

A fabrication method of the light emitting element and its light emitting element are disclosed herein. It utilizes the membrane forming technology to form optic films arranged in array on a substrate and then up-forward forming the epitaxial layer by the epitaxial lateral overgrowth (ELOG) technology so as to form light emitting elements in array. The optic film can provide the high reflection ability and bear the high temperature in the ELOG process.

七、申請專利範圍：

1. 一種發光元件的製造方法，包含下列步驟：

提供一基板；

形成一第一光學層於該基板上；

移除部份該第一光學層以形成複數個圖案化第一光學膜，其中該些圖案化第一光學膜係陣列設置於該基板上；

利用一橫向磊晶程序依序於該基板與該些圖案化第一光學膜上形成一第一半導體層覆蓋於其上；

依序形成一發光層與一第二半導體層於該第一半導體層上；以及

移除部份該第一半導體層、該發光層與該第二半導體層以同時形成複數個圖案化第一半導體膜、複數個圖案化發光膜與複數個第二半導體膜於該些圖案化第一光學膜上。

2. 如請求項 1 所述之發光元件的製造方法，其中該第一光學層係利用濺鍍、蒸鍍、化學氣相沉積、化學液相沉積、化學氣相磊晶或化學液相磊晶等方式所製成之一多層結構。

3. 如請求項 1 所述之發光元件的製造方法，更包含形成複數個圖案化第二光學膜於該些圖案化第二半導體膜之部分表面上。

4. 如請求項 3 所述之發光元件的製造方法，其中該圖案化第二光學膜係利用濺鍍、蒸鍍、化學氣相沉積、化學液相沉積、化學氣相磊晶或化學液相磊晶等方式所製成。

5. 如請求項 1 所述之發光元件的製造方法，其中該橫向磊晶程序係使用分子束磊晶 (MVE)、金屬有機化學氣相沉積 (MOCVD) 或液相磊晶 (LPE) 技術。

6. 如請求項 1 所述之發光元件的製造方法，其中該基板更包含一晶種層 (seed layer) 於其上。

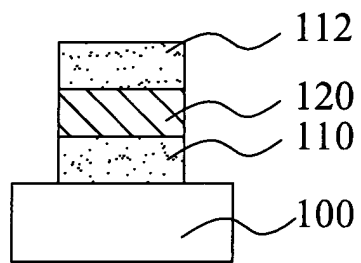


圖1(習知技術)



圖 2A

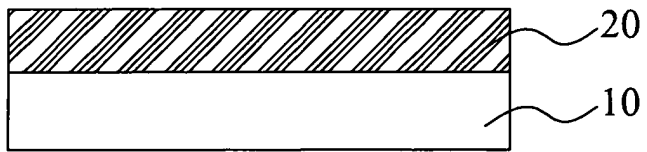


圖 2B

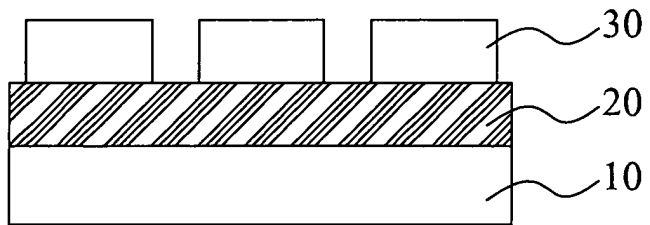


圖 2C

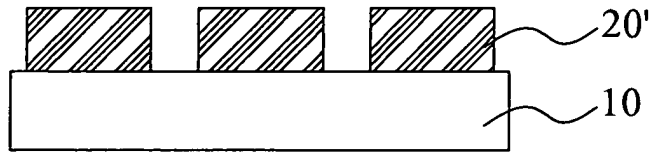


圖 2D

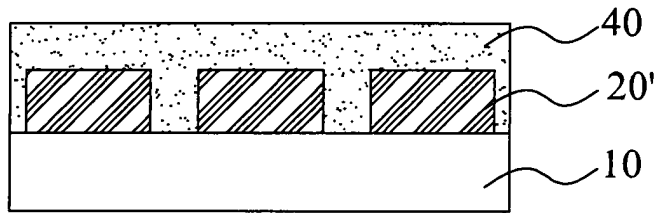


圖 2E

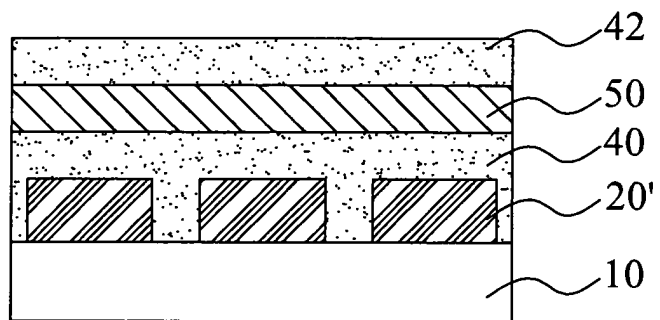


圖 2F

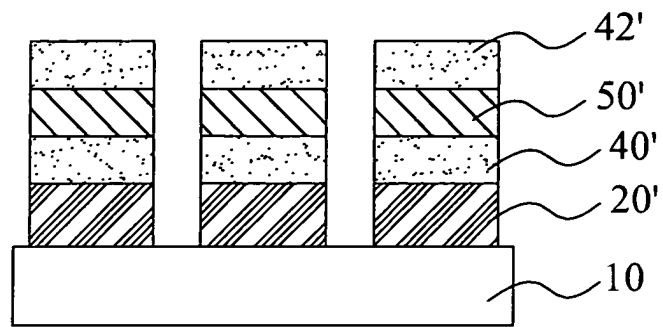


圖 2G

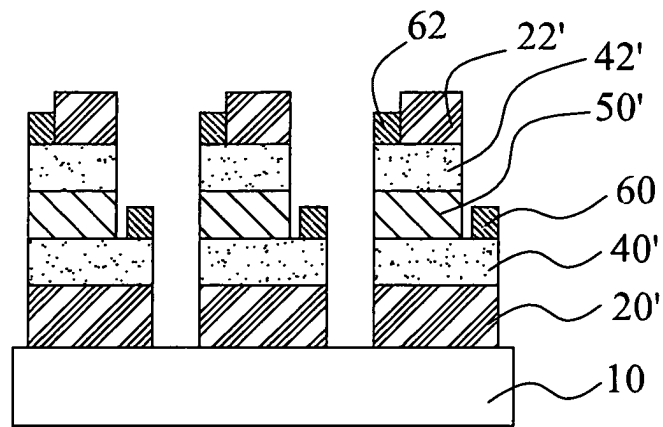


圖 3

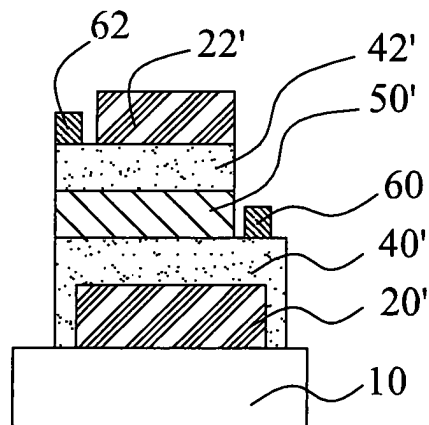


圖 4

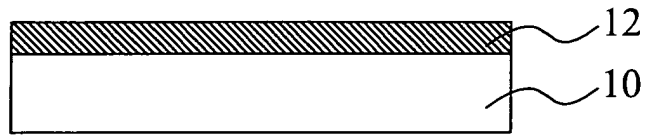


圖5A

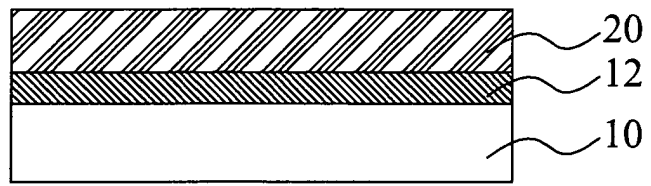


圖5B

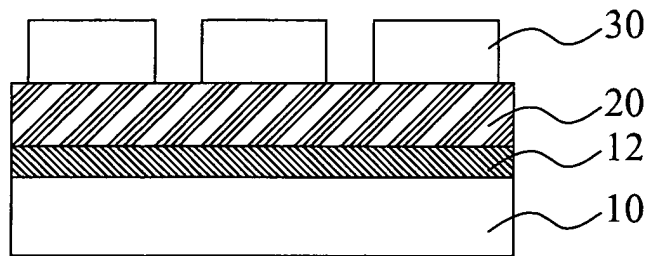


圖5C

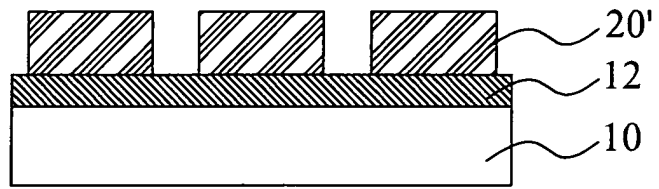


圖 5D

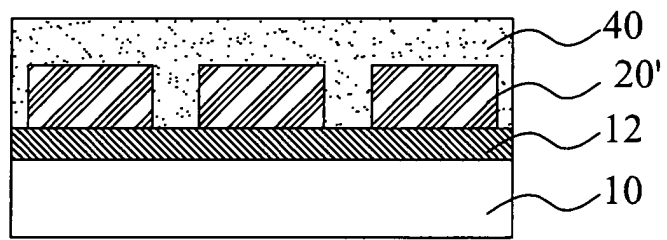


圖 5E

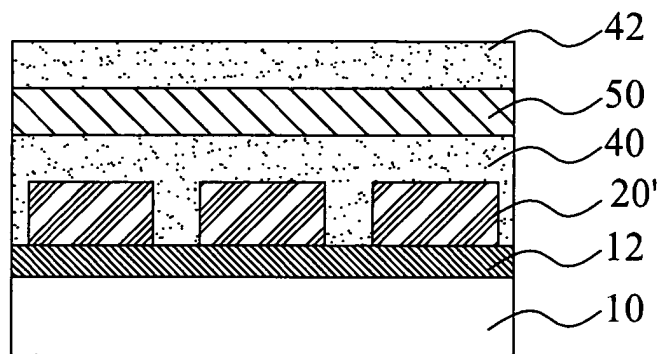


圖 5F

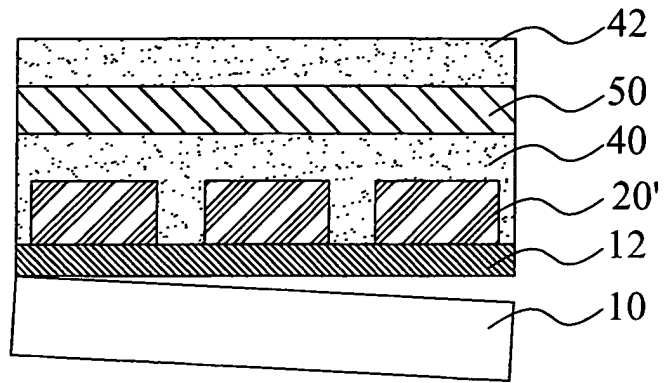


圖 5G

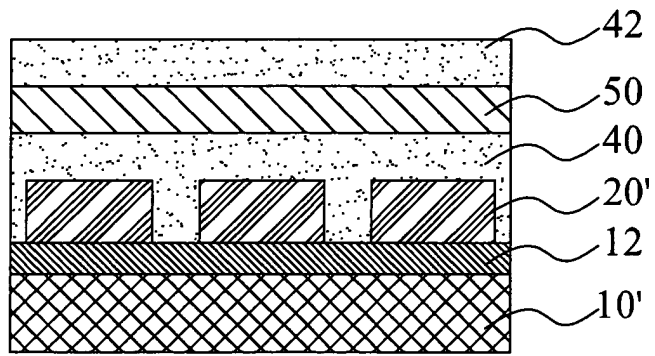


圖 5H

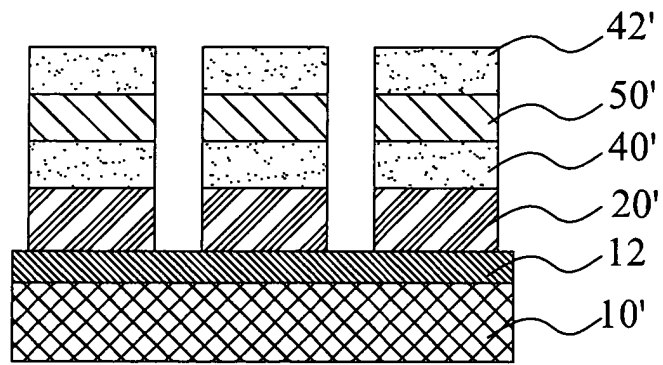


圖 5I

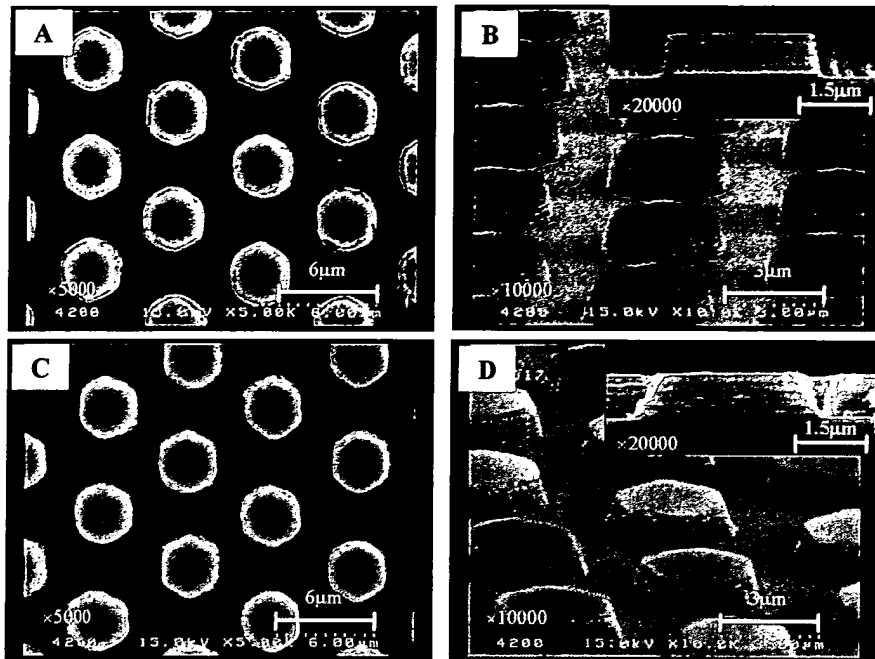


圖6

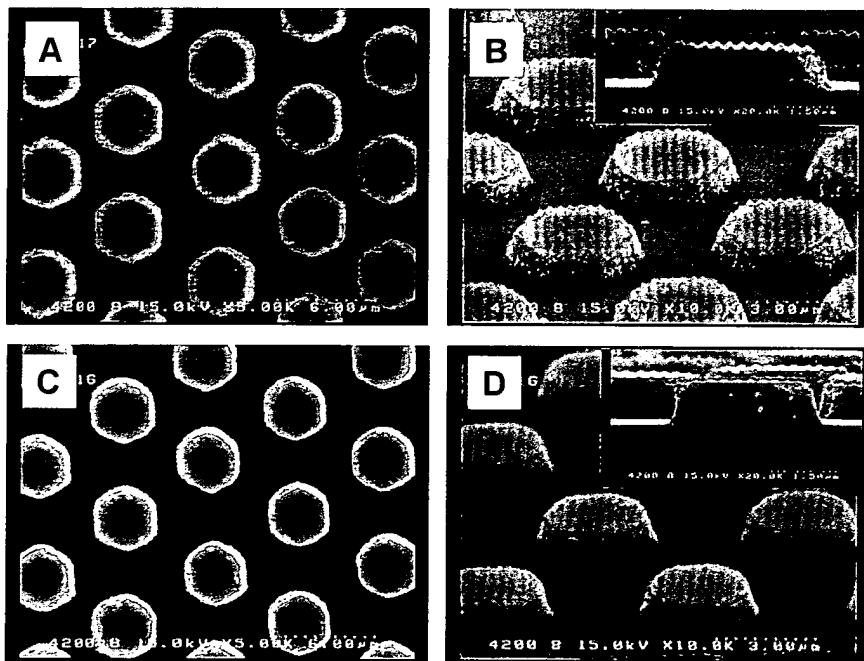


圖7



圖 8A

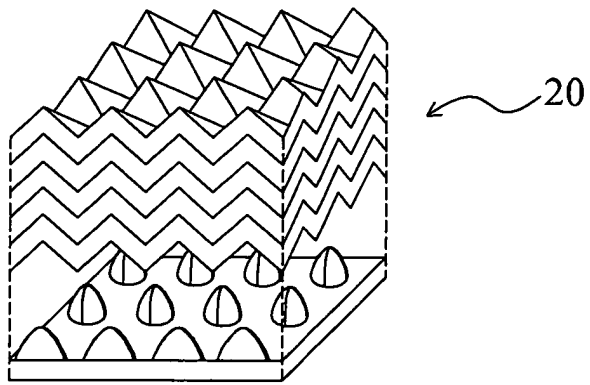


圖 8B

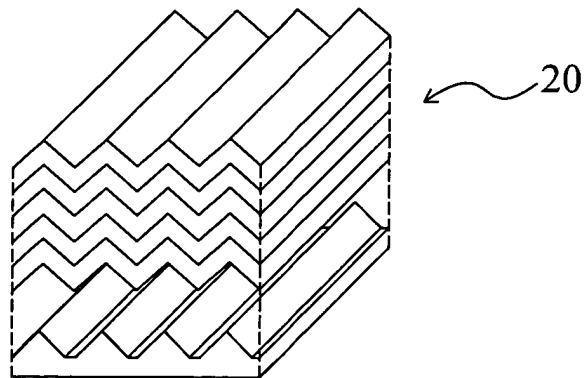


圖 8C

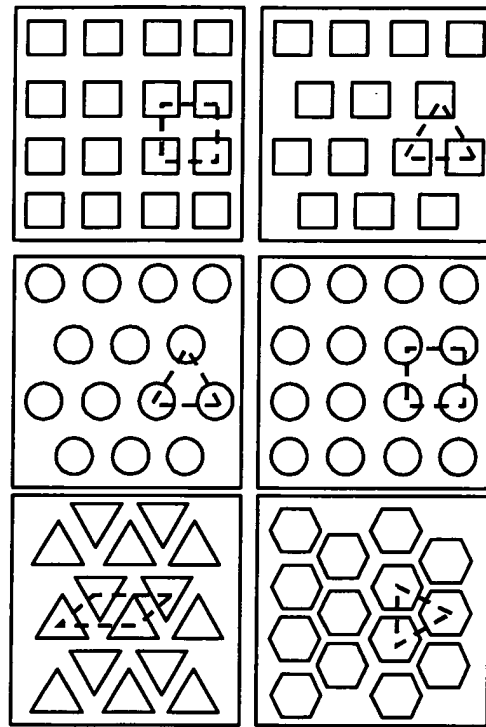


圖9

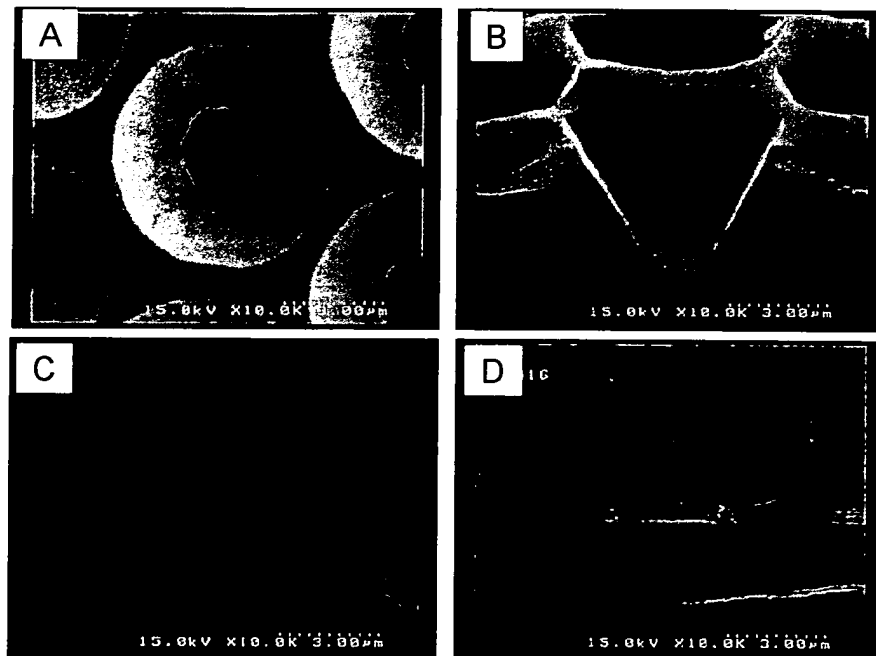


圖10

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖3。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	基板
20'	圖案化第一光學膜
22'	圖案化第二光學膜
40'	圖案化第一半導體膜
42'	圖案化第二半導體膜
50'	圖案化發光膜
60	電極
62	電極

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

7. 如請求項 6 所述之發光元件的製造方法，更包含：
 移除該基板並保留與該第一光學層接觸之該晶種層；以及
 設置一次基板於該晶種層下。
8. 如請求項 1 所述之發光元件的製造方法，其中移除部分該第一光學層或移除部份該第一半導體層、該發光層與該第二半導體層之步驟係利用微影蝕刻或雷射鑽孔等方式。
9. 如請求項 1 所述之發光元件的製造方法，更包含分別形成一電極於該些圖案化第一半導體膜與該些圖案化第二半導體膜上。
10. 如請求項 1 所述之發光元件的製造方法，其中該橫向磊晶程序係於 900°C 以上之高溫環境下進行。
11. 一種發光元件，係包含：
 一基板；以及
 複數個晶胞矩陣陣列設置於該基板上，其中每一該晶胞包含：
 一圖案化第一光學膜設置於該基板上；
 一圖案化第一半導體膜，係設置於該圖案化第一光學膜上；
 一圖案化發光膜，係設置於該圖案化第一半導體膜上；以及
 一圖案化第二半導體膜，係設置於該圖案化發光膜上，其中已被圖案化的該圖案化第一光學膜可反射並衍射自該圖案化發光膜所產生的光線。
12. 如請求項 11 所述之發光元件，其中該圖案化第一光學膜係為一多層膜結構。
13. 如請求項 12 所述之發光元件，其中該多層膜結構係由至少兩個不同折射率之材料週期性疊置而成。

- 14.如請求項 12 所述之發光元件，其中該多層膜結構係為一光子晶體 (photonic crystal) 結構且該光子晶體結構中每一該些晶胞具有相同光學特性。
- 15.如請求項 12 所述之發光元件，其中該多層膜結構係呈平面狀、鋸齒狀、波浪狀、方形狀或週期狀。
- 16.如請求項 12 所述之發光元件，其中該多層膜結構之材質係選自下列組合：氧化鈦、氧化鋇、氧化鋯、氧化鈾、硫化鋅、氧化鋅、氧化矽、氟化鎂與有機材料。
- 17.如請求項 11 所述之發光元件，其中每一晶胞更包含一圖案化第二光學膜分別設置於部分該圖案化第二半導體膜之上。
- 18.如請求項 17 所述之發光元件，其中每一該圖案化第二光學膜為一光子晶體 (photonic crystal) 結構。
- 19.如請求項 17 所述之發光元件，其中每一該圖案化第二光學膜為一多層膜結構。
- 20.如請求項 11 所述之發光元件，其中該基板更包含一晶種層 (seed layer) 於其上。
- 21.如請求項 11 所述之發光元件，其中該基板的材質係選自下列群組：藍寶石 (Sapphire)、碳化矽 (SiC)、矽 (Si)、砷化鎵 (GaAs)、鋁酸鋰 (LiAlO₂)、鎵酸鋰 (LiGaO₂)、氮化鋁與有機材料。
- 22.如請求項 11 所述之發光元件，其中該圖案化第一光學膜之形狀係為三角形、圓形、方形或多邊形。
- 23.如請求項 11 所述之發光元件，其中該圖案化第一光學膜係以四方形排列、三角形排列、多角形排列陣列設置。

- 24.如請求項 11 所述之發光元件，其中該第一半導體膜與該第二半導體膜之材質係為 III-V 族(三五族)半導體材料或有機材料。
- 25.如請求項 11 所述之發光元件，其中該第一半導體膜與該第二半導體膜之材質係選自下列群組：氮化鎵 (GaN) 與有機材料。
- 26.如請求項 11 所述之發光元件，其中每一該些晶胞更包含複數個電極分別設置於該些圖案化第一半導體膜與該些圖案化第二半導體膜上。
- 27.如請求項 11 所述之發光元件，其中該些圖案化發光膜係為 PN 介面或量子井結構。