



(21) 申請案號：110118033 (22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 19 日

(51) Int. Cl. : *H01L33/04 (2010.01)* *H01L33/06 (2010.01)*
H01L33/12 (2010.01) *H01L33/30 (2010.01)*

(30) 優先權：2020/05/19 美國 63/027,049

(71) 申請人：美商瑞克斯姆股份有限公司 (美國) RAXIUM, INC. (US)
 美國

(72) 發明人：蔡 妙嬋 TSAI, MIAO-CHAN (US)；梁 班傑明 LEUNG, BENJAMIN (US)；施奈特 李察彼得 SCHNEIDER, RICHARD PETER (US)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：12 共 31 頁

(54) 名稱

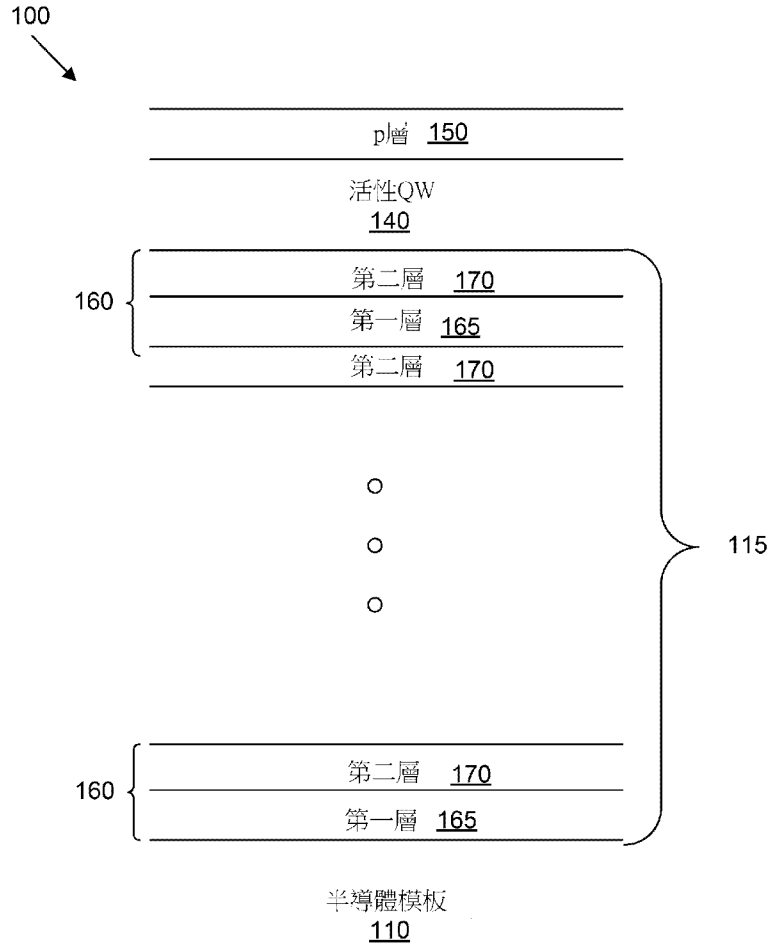
用於發光元件之應變管理層之組合

(57) 摘要

本揭露內容描述了用於發光元件（如發光二極體(LED)）的應變管理層之各種態樣。本揭露內容描述了形成在基板上的 LED 結構，並具有支撐在基板上的應變管理區，以及被配置為提供與 LED 結構相關的光發射的活性區。應變管理區包括第一層與第二層，第一層包括具有複數個重複的第一和第二子層的超晶格，而第二層包括主體層。在實施例中，第一和第二子層和主體層中的至少一者包括 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 的組成。還描述了具有多個 LED 結構的元件和製造 LED 結構的方法。

The disclosure describes various aspects of strain management layers for light emitting elements such as light-emitting diodes (LEDs). The present disclosure describes an LED structure formed on a substrate and having a strain management region supported on the substrate, and an active region configured to provide a light emission associated with the LED structure. The strain management region includes a first layer including a superlattice having a plurality of repeated first and second sublayers, and a second layer including a bulk layer. In an embodiment, at least one of the first and second sublayers and the bulk layer includes a composition of $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$. A device having multiple LED structures and a method of making the LED structure are also described.

指定代表圖：



符號簡單說明：

100:LED 結構

110:半導體模板

115:應變層超晶格 (SLS)

140:活性量子井(QW)

150:p 層

160:對

165:第一層

170:第二層

圖 1



202201807

【發明摘要】**【中文發明名稱】**用於發光元件之應變管理層之組合**【英文發明名稱】** COMBINATION OF STRAIN MANAGEMENT LAYERS FOR LIGHT EMITTING ELEMENTS**【中文】**

本揭露內容描述了用於發光元件（如發光二極體（LED））的應變管理層的各種態樣。本揭露內容描述了形成在基板上的LED結構，並具有支撐在基板上的應變管理區，以及被配置為提供與LED結構相關的光發射的活性區。應變管理區包括第一層與第二層，第一層包括具有複數個重複的第一和第二子層的超晶格，而第二層包括主體層。在實施例中，第一和第二子層和主體層中的至少一者包括 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 的組成。還描述了具有多個LED結構的元件和製造LED結構的方法。

【英文】

The disclosure describes various aspects of strain management layers for light emitting elements such as light-emitting diodes (LEDs). The present disclosure describes an LED structure formed on a substrate and having a strain management region supported on the substrate, and an active region configured to provide a light emission associated with the LED structure. The strain management region includes a first layer including a superlattice having a plurality of repeated first and second sublayers, and a second layer including a bulk layer. In an embodiment, at least one of the first and second sublayers and the bulk layer includes a composition of $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$. A device

having multiple LED structures and a method of making the LED structure are also described.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 : L E D 結 構

1 1 0 : 半 導 體 模 板

1 1 5 : 應 變 層 超 晶 格 (S L S)

1 4 0 : 活 性 量 子 井 (Q W)

1 5 0 : p 層

1 6 0 : 對

1 6 5 : 第 一 層

1 7 0 : 第 二 層

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於發光元件之應變管理層之組合

【英文發明名稱】COMBINATION OF STRAIN MANAGEMENT LAYERS FOR LIGHT EMITTING ELEMENTS

【技術領域】

【0001】 本申請案受益於2020年5月19日申請的美國第63/027,049號臨時專利申請並主張其優先權，該申請的揭露內容透過引用全文併入本文。

【0002】 本揭露內容的態樣一般關於發光元件，例如用於各種類型顯示器的發光元件，更具體地說，關於發光元件結構中改進的應變管理層。

【先前技術】

【0003】 某些發光二極體(LED)，例如高效率的銦鎵氮(InGaN) LED，需要在活性區(例如執行光發射的區)下方有一個層結構，以提供材料品質類型，形成具有現代LED應用所需性能水準的活性區。這種層結構，可能包括多層，一般可稱為應變管理層或準備(prepare)層。應變管理層通常用於提供合適的材料特性，以允許形成具有所需光發射特性(如，發射波長和效率)的活性區。然而，應變管理層，例如與InGaN LED一起使用的一個或多個含銦(In)層，可能容易出現表面缺陷，導致在其上沉積的活性區的光發射性能不理想。

【0004】 本揭露內容的態樣提供了改善應變管理層及其對發光元件中的性能的整體影響的技術和結構。

【發明內容】

【0005】 以下是對一個或多個態樣的簡化總結，以提供對這些態樣的基本理解。本摘要不是對所有設想態樣的廣泛概述，既不是為了確定所有態樣的關鍵或重要因素，也不是為了劃定任何或所有態樣的範圍。它的目的是以簡化形式介紹一個或多個態樣的一些概念，作為下文介紹的更詳細的描述的序言。

【0006】 本揭露內容描述了應變管理層的組合，如應變層超晶格(SLS)和含銻主體層，在發光元件如LED中的應用。例如，該組合可使厚層恢復表面形態，提供活性區改進，和/或使SLS改進應變層管理和活性區性能。

【0007】 在揭露內容的一態樣中，描述了形成在基板上的LED結構。LED結構包括支撐在基板上的應變管理區，以及配置為提供與LED結構相關的光發射的活性區。應變管理區包括第一層及第二層，第一層包括具有複數個重複的第一和第二子層的超晶格，而第二層包括主體層。在實施例中，第一和第二子層和主體層中的至少一者包括 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ 的組成。

【0008】 在揭露內容的另一態樣中，描述了發光元件，其包括半導體模板；以及支撐在半導體模板上的發光結構陣列。發光結構陣列中的至少一個發光結構包括被配置為提供與至少一個發光結構相關的光發射的活性區。至少一個發光結構還包括應變管理區，應變管理區包括第一層和第二層，第一層包括具有複數個重複的第一和第二子層的超

晶格，而第二層包括主體層。在實施例中，第一和第二子層和主體層中的至少一者包括 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 的組成。

【圖式簡單說明】

【0009】 附圖僅圖示了一些實施方案，因此不應視為對範圍的限制。

【0010】 圖 1 圖示了使用應變層超晶格 (SLS) 應變管理方法的 LED 結構的實例。

【0011】 圖 2 圖示了使用厚的含銻層製備方法的 LED 結構的實例。

【0012】 圖 3 與 4 圖示根據本揭露內容的態樣使用 SLS 和主體應變管理層組合的 LED 結構的實例。

【0013】 圖 5 圖示根據本揭露內容的態樣包括 UV 超晶格結構的 LED 結構的實例。

【0014】 圖 6 圖示根據本揭露內容的態樣包括非發射性量子井結構的 LED 結構的實例。

【0015】 圖 7-9 圖示根據本揭露內容的態樣在平面、基座或由遮罩定義的模板區域上具有 SLS 和主體應變管理層組合的 LED 結構的實例。

【0016】 圖 10 圖示根據本揭露內容的態樣作為顯示器部分的 LED 結構陣列的一部分。

【0017】 圖 11 與 12 圖示根據本揭露內容的態樣描述製造 LED 結構的方法的流程圖。

【實施方式】

【0018】 以下與附圖或圖式有關的詳細描述意欲作為各種配置的描述，而不意欲代表可以實施本文所述概念的唯一配置。詳細描述包括具體的細節，目的是提供對各種概念的徹底理解。然而，對於本領域的技術人員來說，顯然這些概念可以在沒有這些具體細節的情況下實施。在某些情況下，眾所周知的部件是以方塊圖的形式顯示的，以避免模糊了這些概念。

【0019】 為了提供更好的使用者體驗和實現新的應用，顯示器中需要越來越多的發光結構或元件(如像素)，但增加更多的發光結構或元件成為了挑戰。為了實現越來越小的發光結構，以增加數量和密度，使小型LED(如微型LED或奈米發射器)的潛在使用更具吸引力，但目前製造大量、高密度和能夠產生不同顏色(如紅、綠、藍)的小型LED的少數技術是繁瑣、耗時的、昂貴的，或導致結構的性能限制。雖然更複雜的顯示結構，如高密度和光場顯示器的結構，可能會受益於小型LED的使用，但這種顯示器的要求使小型LED的實現變得困難。因此，希望能有新的技術和元件，能夠將大量的小型發光結構單片整合，在同一個基板上產生不同顏色的光(如單一整合半導體元件)。

【0020】 使用某些半導體處理技術來製造發光結構，例如磊晶生長和乾式蝕刻或選擇性區域生長(SAG)，為在單一整合半導體元件上單片整合大量的微型LED提供了一種有

前途的方法。在半導體模板上生長的用於製造發光結構的一種或多種材料的品質對LED的性能特徵有重大影響。

【0021】 為此，需要能夠形成具有高品質活性（例如，發射）區的小型發光結構的結構配置。例如，對於基於量子井(QW)的LED，戰略性地加入準備層可以改善或提高發光結構中活性區的形態和/或應變特性。

【0022】 兩種獨立的、不同的方法通常被用於LED的應變管理。在一種方法中，多對含銻層和非含銻層形成應變層超晶格(SLS)作為應變管理機制。然而，SLS方法由於在其上形成活性QW層之前在SLS表面形成坑的趨勢而受到阻礙。例如，當InGa_nN-GaN對的薄層被堆疊以形成SLS時，SLS形成所需的低溫磊晶生長製程往往會導致坑的形成。在另一種方法中，主體層，如InGa_nN、AlInN或AlInGa_nN的厚層，可以用於半導體模板和活性QW區之間的應變管理。在SLS或主體層方法任一者中，都使用了含銻層，因為根據經驗，銻的加入可以提高LED的發光效率。這些層的銻含量通常不超過活性QW區的銻含量，以防止含銻的SLS或主體層中的光吸收。

【0023】 本揭露內容提供了SLS和一個或多個主體層(如厚的InGa_nN、AlInN或AlInGa_nN層)作為LED中應變管理層的聯合應用。本文提出的態樣是利用主體層和SLS的組合來提供改進或優化應變層管理和活性區的性能。

【0024】 圖1顯示了圖示LED結構100的實例的圖式，LED結構100使用了上述的應變層超晶格(SLS)應變管理

方法。LED結構100形成於半導體模板110上。在一些實施方案中，可以使用諸如磊晶生長和乾式蝕刻或選擇性區域生長(SAG)的技術來界定半導體模板110上之LED結構100的位置、形狀和尺寸。在一實例中，半導體模板110是由n型GaN模板或在半導體基板上形成的磊晶層形成。

【0025】 如圖1所示，LED結構100包括在半導體模板110上形成的SLS 115。LED結構100還包括活性量子井(QW)140，在該處產生來自LED結構100的光發射，以及一個或多個p層150，p層150能夠與LED結構100電接觸。來自QW 140的光發射可以是一種電磁波，其波長範圍為例如可見光譜。P層150可以包括，例如p摻雜層和/或接觸層。LED結構100的各種部件在圖1所示的示範性配置中彼此相鄰生長(例如，磊晶生長)、沉積或以其他方式形成。

【0026】 在一實例中，SLS 115包括第一層165和第二層170的一個或多個對160。在一些實例中，總厚度為20奈米或更大($>20\text{ nm}$)的SLS 115中包括數十對160。在一些實例中，SLS 115包括20至60或更多對160的第一和第二層。第一層165包括例如InGaN、AlInN或AlInGaN。第二層170包括例如GaN。在一實例中，在半導體模板110和SLS 115之間，或在SLS 115和活性QW 140之間可以形成可選的層結構(未顯示)。

【0027】 如上所述，雖然包含SLS 115可以改善LED結構100的活性QW 140的應變特性，但SLS 115容易形成凹坑，導致LED結構100的光發射存在潛在性能問題。

【0028】 圖2圖示了具有主體層作為應變管理層的LED結構200的實例。與圖1所示的LED結構100一樣，LED結構200包括形成在半導體模板110上的活性QW 140和p層150的組合。LED結構200包括應變管理結構205而非SLS結構，應變管理結構205包括主體層210和中間層220，該應變管理結構205形成在活性QW 140和半導體模板110之間。主體層210是例如包括InGa_nN、AlInN或AlInGa_nN的厚層。在某些情況下，主體層210的厚度為50奈米或更大。中間層220可以由例如Ga_nN、AlGa_nN或InGa_nN形成，配置為提供一個合適的界面來沉積活性QW 140。

【0029】 本揭露內容中提出的可導致減少LED中生長活性區(例如，活性QW 140)的凹坑的解決方案包括與圖1和圖2中分別描述的LED結構100和200有關態樣的組合。本文介紹的態樣提供了SLS和主體層的組合。元件可包括一套或多套組合，例如1-10套或10套以上。這種解決方案可適用於微型LED(例如，元件間距為幾微米或更小的LED，使用蝕刻或SAG技術製造)，但也可能適用於較大的LED。

【0030】 圖3顯示了根據本揭露內容之態樣的LED結構300，LED結構300使用了SLS和主體應變管理層的組合。與圖1和圖2分別所示的LED結構100和200一樣，

LED 結構 300 形成在半導體模板 110 上。LED 結構 300 包括應變管理區 315，應變管理區 315 形成、生長(例如磊晶生長)或沉積在半導體模板 110 上。

【0031】 應變管理區 315 可包括一個或多個組 320。在實例中，每組 320 包括第一準備層結構，例如由複數對第一層 326 和第二層 327 形成的 SLS 325，以及第二準備層結構，例如主體層 335。需要指出的是，SLS 結構 325 可包括除第一和第二層 326 和 327 以外的附加層以形成超晶格。

【0032】 應變管理區 315 可包括多組 SLS 結構 325 和主體層 335。例如，應變管理區 315 可包括兩到五十對或更多對第一和第二層 326 和 327。此外，應變管理區 315 可進一步包括一至數十組 320 的 SLS 325 和主體層 335。此外，如果在應變管理區 315 內包括多組 320，那麼在應變管理區 315 內包含的所有組 320 內，SLS 結構 325 內的對的數目可以調整。

【0033】 繼續參考圖 3，形成 SLS 結構 325 的第一和第二層 326 和 327 包括例如重複的 GaN 和 InGa_N 層以形成堆疊。主體層 335 包括例如含銮層(如，InGa_N、AlIn_N 或 AlInGa_N)，並被配置為提供比單獨使用超晶格作為應變管理機制更好的表面形態(例如，減少凹坑的形成)。根據本揭露內容，第一層 326、第二層 327 和主體層 335 中的至少一者可為含銮層。在實例中，第一層 326、第二層 327 和主體層 335 中的一者可包括 In_xAl_yGa_{1-x-y}N。在另一實例中，第一層和第二層 326 和 327 中的一個或多個以及主體

層 335 包括具有各自成分的 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ，也就是說，這些層中的每個成分可以與其他層的成分不同。例如，主體層的 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 的組成可以基於 x 的值從 0 到 0.15。SLS 結構中第一層的 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 的組成可以基於 x 的值從 0 到 0.3，而 SLS 結構中第二層的 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 的組成可以基於 x 的值從 0 到 0.1。

【0034】 如圖 3 所示，主體層 335 可具有比 SLS 結構 325 內的單個對（例如，層 326 和 327 的對）更大的厚度。主體層 335 可進一步包括與圖 2 中之主體層 210 有關的態樣。活性 QW 340 包括例如多量子井 (MQW) 結構，配置為在 LED 結構 300 的操作期間發射光。所發射的光可為電磁波段，例如在可見光譜中。LED 結構 300 還包括一個或多個 p 層 350，用於提供與 LED 結構 300 的電接觸。

【0035】 如圖 3 所示，LED 結構 300 顯示為組 320 中的 SLS 結構 325 位於主體層 335 之下，即比主體層 335 更靠近半導體基板 110，或比主體層 335 更遠離活性 QW 340。然而，本文介紹的態樣也可適用於組 320 內相反順序的第一層和第二層。

【0036】 圖 4 圖示了示例 LED 結構 400，其中應變管理區 415 包括一組或多組 420 的主體層 335 和 SLS 結構 425。在每一組 420 中，SLS 結構 425 被定位在主體層 335 之上，例如，在每一組 420 內離半導體基板 110 比主體層 335 更遠。另外，圖 4 圖示了 SLS 結構 425 內的第一層和第二層 326 和 327 的順序已經從圖 3 的 SLS 結構 325 轉換。

【0037】 圖 5 圖示了包括超晶格結構之示例 LED 結構 500，如果超晶格被電處理為活性區，超晶格結構設計用於產生比活性 QW 層更短波長的光發射。如圖 5 所示，LED 結構 500 包括支撐包括活性 QW 340 和 p 層 350 的結構的半導體模板 110，如圖 3 和圖 4 中圖示的結構。此外，LED 結構 500 包括應變管理區 515，應變管理區 515 包括 UV 超晶格 (UVSL) 堆疊 520。UVSL 堆疊 520 可包括例如主體層 335 和 UVSL 結構 525。主體層 535 可由例如 InGaN 層形成。UVSL 結構 525 包括例如第一層 526 和第二層 527，該兩層重複以形成 UVSL 結構 525。作為實例，UVSL 結構 525 可以被配置成，如果這些層被電處理 (即在 UVSL 結構 525 上提供適當的電壓或電流)，這些層將導致在紫外線 (UV) 波長範圍內的電磁波發射。例如，第一層 526 可以是厚度為一奈米的薄 InGaN 層，第二層 527 可以是厚度為數奈米的稍厚的 GaN 層。第一和第二層 526 和 527 可以重複數次，例如五到十次。然而，因為 LED 結構 500 由用來特別是自活性 QW 340 而不是 UVSL 結構 525 產生光發射的適當電輸入加以電處理，UVSL 結構 525 不發射紫外波長範圍內的電磁波。也就是說，雖然 LED 結構 500 被配置為從活性 QW 340 而不是 UVSL 結構 525 發射光，但應變管理區 515 的存在促進了活性 QW 340 的應變管理、缺陷減少和表面特性的改善，從而導致活性 QW 340 的光發射特性與在 LED 結構 500 內沒有包括應變管理區 515 時相比得到改善。

【0038】 在一實施例中，UVSL堆疊520(包括UVSL結構525和主體層535)可以在應變管理區515內重複兩次或更多次。第一層526、第二層527和/或主體層535中的每一層的銻含量可以根據所需的材料特性和活性QW 340的光發射性能進行定製。額外層(如，電子阻斷層，緩衝或間隔層和其他功能層)可以被包括在LED結構500中。

【0039】 圖6圖示了另一個示範性LED結構。LED結構600包括由例如n-GaN形成的半導體模板610。LED結構600還包括形成在半導體模板610上的應變管理區615。應變管理區615包括例如形成在半導體模板610上的UVSL準備層625。UVSL準備層625可包括例如圖5的UVSL結構525和主體層535的組合，在UVSL準備層625內重複兩次或更多次。此外，LED結構600包括藍色QW結構635。在實例中，藍色QW結構635是多量子井結構，配置為在藍色波長範圍內的光發射，如果藍色QW結構635是用特別適合藍色光發射的電壓或電流進行電處理。LED結構600進一步包括紅色多量子井(MQW)結構640，最後是p-GaN層650，用於提供與LED結構600的電接觸。

【0040】 同樣，雖然LED結構600被配置為從紅色MQW結構640發射光，而不是UVSL 525或藍色QW結構635，但應變管理區615的存在促進了紅色MQW結構640的應變管理、缺陷減少和表面特性的改善，從而導致與在LED結構600內沒有包括應變管理區615相比，紅色光發射特性得以改善。雖然元件625、635和640是使用具體的波長描

述，如紫外線、藍色和紅色，但重要的因素是，非發射、應變管理區 615 內的超晶格和量子井結構的設計波長比來自活性 QW 區域(即，紅色 MQW 結構 640)的預期發射波長短。例如，如果紅色 MQW 區域 640 被替換為意欲用於橙色、黃色或綠色波長範圍內的光發射的多量子井結構，使用 UVSL 625 和藍色 QW 結構 635 也可以改善光發射性能。

【0041】 注意到，在 LED 結構 600 內可包括額外的中間層，例如電子阻斷層、緩衝層或間隔層或其他功能層。例如，LED 結構 600 可選擇性地包括間隔層 672(由例如 GaN 形成)、阻擋層 674(同樣由例如 GaN 形成)或電子阻擋層 676(由例如 AlGaN 形成)。可以選擇包括上述額外層，以提供功能，如減少電流洩漏，改善特定層內摻雜物的圍阻(containment)，改善表面特性，減少功能層(特別是活性 QW 區)內的缺陷。

【0042】 圖 3-6 中說明的實施例是非排他性的，LED 結構可以基於圖 3-6 中說明之態樣的組合。此外，在不偏離本揭露內容之精神的情況下，也可以在 LED 結構 300、400、500 或 600 內包括圖 3-6 中未顯示的額外層，如中間層。例如，圖 3-6 中說明的實施方案的活性 QW 340 可以直接與應變管理區 315、415、515 或 615 相鄰形成，而在其他實施方案中，應變管理區和活性 QW 340 之間可以形成一個或多個層。例如，上述有關 LED 結構 600 的額外層可以併入任何 LED 結構 300、400 和 500 中。

【0043】 圖 7 - 9 圖示了根據本揭露內容之態樣具有形成為平面元件或小型 LED 元件陣列的應變管理區組合的 LED 結構的實例。例如，圖 7 中的平面 LED 結構 700 包括平面基板 710，其上形成了複數個層 720。平面基板 710 和層 720 可包括與圖 3 - 6 所示的 LED 結構 300、400、500 和 600 相同或類似的配置。

【0044】 在另一個實例中，圖 8 中的陣列 800 包括形成在圖案化基板 830 上的複數個 LED 結構 820。圖案化基板 830 包括凸起的基座區 832，LED 結構 820 在其上形成，被較低的槽區 834 分開。例如，最初可以形成一個或多個 LED 結構 820，如圖 7 的 LED 結構 700，然後可以使用蝕刻處理將 LED 結構分離成單獨的 LED 結構 820。在實例中，較低的槽區 834 可以起到進一步電隔離相鄰的 LED 結構 820 的作用，然而較低的槽區 834 可選擇性地被消除，使得複數個 LED 結構 820 的陣列 800 形成在平面基板（例如，圖 7 的平面基板 710）上。或者，基座 832 可以首先在圖案化的基板 830 上形成，然後 LED 結構 820 可以藉由例如遮蔽沉積處理在基座 832 上形成。LED 結構 820 可以包括與圖 3 - 6 中所示的 LED 結構 300、400、500 和 600 相同或類似的配置。

【0045】 在又一個實例中，圖 9 中的陣列 900 包括形成在圖案化基板 940 上的複數個 LED 結構 920。圖案化基板 940 包括較低的槽區 942，在其中形成 LED 結構 920，被凸起區 944 分開。作為實例，槽區 942 可以先用遮蔽蝕刻處理形

成，然後在遮蔽沉積處理中在其中形成LED結構920。LED結構920可包括與圖3-6所示的LED結構300、400、500和600相同或類似的配置。作為實例，槽區942的直徑可以是一微米或更小。在其他實例中，槽區可具有大於一微米的直徑。槽的具體尺寸只是為了說明本文提出的概念的潛在應用，同樣，上述概念可以應用於任何尺寸的LED結構。

【0046】 儘管圖3-9中只圖示了一部分LED結構，本文提出的概念可適用於平面和有形狀的LED結構。

【0047】 圖10顯示了根據本揭露內容之態樣的示範性LED陣列1000的俯視圖。作為實例，LED陣列1000包括複數個支撐在基板1040上分別以紅色、綠色和藍色波長發射的LED結構1010、1020和1030。例如，陣列可以是形成或屬於顯示器的發光元件的一部分，且像素的排列、它們的形狀、它們的數量、它們的大小以及它們相應的波長發射可以針對具體的應用進行調整。如上所述，顯示器可以是高解析度、高密度的顯示幕，例如那些用於光場應用的顯示器。任何一個LED結構1010、1020和/或1030都可使用與圖3-9有關的態樣來形成。

【0048】 圖11圖示了根據本揭露內容之態樣描述製造LED結構的方法1100的簡化流程圖。在步驟1110，方法1100包括形成應變管理區。步驟1110可包括與圖3-9有關的態樣。在步驟1120，方法1100包括形成配置為產生與LED結構相關之光的活性區。

【0049】 圖 12 中圖示了方法 1100 的 1110 的示範性實施例的進一步細節。如圖 12 中說明的實例所示，在實施例中，步驟 1110 進一步包括在步驟 1210 中形成第一準備層結構。第一準備層結構包括例如如上所述的超晶格結構（例如，SLS 結構 325）或主體層（例如，主體層 335）。步驟 1110 還包括在步驟 1220 中形成第二準備層結構。第二準備層結構還包括例如超晶格結構（例如，SLS 結構 325）或主體層（例如，主體層 335）。作出決定 1230，以確定正在形成的特定 LED 結構是否需要額外的準備層。如果對決定 1230 的回答是「是」，需要更多的準備層，那麼製程返回到 1210。如果對決定 1230 的回答是「否」，不需要更多的準備層，那麼製程就會進入圖 11 的方法 1100 的 1220。

【0050】 本揭露內容描述了在發光元件（如 LED）內使用應變管理結構以改善這些發光元件的光發射性能的一種技術和結構。

【0051】 因此，儘管本揭露內容是按照所示的實施方案提供的，但本領域的普通技術人員將很容易認識到，本發明的實施例可以有變化，而這些變化將在本發明揭露內容的範圍之內。因此，本領域的普通技術人員可以在不偏離所附申請專利範圍之範圍的情況下做出許多修改。

【符號說明】

【0052】

100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 820, 920, 1010, 1020, 1030 : LED 結構

110,610 : 半導體模板

115 : 應變層超晶格 (SLS)

140 : 活性量子井 (QW)

150,350 : p 層

160 : 對

165,326,526 : 第一層

170,327,527 : 第二層

205 : 應變管理結構

210,335,535 : 主體層

220 : 中間層

315,415,515,615 : 應變管理區

320,420 : 組

325,425 : SLS 結構

340 : 活性 QW

520 : UV 超晶格 (UVSL) 堆疊

525 : UVSL 結構

625 : UVSL 準備層

635 : 藍色 QW 結構

640 : 紅色多量子井 (MQW) 結構

650 : p - GaN 層

672 : 間隔層

674 : 阻擋層

676 : 電子阻擋層

710 : 平面基板

7 2 0 : 層

8 0 0 , 9 0 0 : 陣 列

8 3 0 , 9 4 0 : 圖 案 化 基 板

8 3 2 : 基 座

8 3 4 , 9 4 2 : 槽 區

9 4 4 : 凸 起 區

1 0 0 0 : L E D 陣 列

1 0 4 0 : 基 板

1 1 0 0 : 方 法

1 1 1 0 , 1 1 2 0 , 1 2 1 0 , 1 2 2 0 , 1 2 3 0 : 步 驟

【生物材料寄存】

國 內 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

國 外 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 國 家 、 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】 一種發光二極體 (LED) 結構，形成於一基板上，該 LED 結構包括：

一應變管理區，支撐於該基板上；及

一活性區，配置為提供與該 LED 結構相關的一光發射，

其中該應變管理區包括

一第一層，包括一具有複數個重複的第一和第二子層的超晶格，及

一第二層，包括一主體層。

【請求項 2】 如請求項 1 所述之 LED 結構，其中與另一個沒有該應變管理區的 LED 結構相比，該應變管理區配置為改善來自該活性區的光發射。

【請求項 3】 如請求項 1 所述之 LED 結構，其中該應變管理區包括複數組交替的第一層與第二層。

【請求項 4】 如請求項 1 所述之 LED 結構，其中該第一層配置鄰近於該基板。

【請求項 5】 如請求項 1 所述之 LED 結構，其中該第二層配置鄰近於該基板。

【請求項 6】 如請求項 1 所述之 LED 結構，其中該第一和第二子層和該主體層中的至少一者包括 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ 的一組成。

【請求項 7】 如請求項 6 所述之 LED 結構，其中該主體層的該 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ 的組成基於從 0 到 0.15 的 x

值。

【請求項 8】 如請求項 6 所述之 LED 結構，其中該第一子層的該 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ 的組成基於從 0 到 0.3 的 x 值。

【請求項 9】 如請求項 6 所述之 LED 結構，其中該第二子層的該 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ 的組成基於從 0 到 0.1 的 x 值。

【請求項 10】 如請求項 1 所述之 LED 結構，其中該活性區包括至少一量子井。

【請求項 11】 如請求項 1 所述之 LED 結構，其中與該 LED 結構相關的該光發射包括在一可見波長範圍中的電磁輻射。

【請求項 12】 如請求項 1 所述之 LED 結構，其中該第一層包括一應變層超晶格 (SLS)，與另一個沒有該 SLS 的 LED 結構相比，該 SLS 配置為改善該活性區的應變管理與材料品質。

【請求項 13】 如請求項 1 所述之 LED 結構，其中與另一個沒有該主體層的 LED 結構相比，該主體層配置為改善該活性區的表面型態與材料品質。

【請求項 14】 一種發光元件，包括：

一半導體模板；及

數個發光結構的一陣列，支撐於該半導體模板上，該發光結構的陣列的至少一發光結構包括

一活性區，配置為提供與該至少一發光結構相關的

一光發射，及

一應變管理區，包括

一第一層，包括一具有複數個重複的第一和第二子層的超晶格，及

一第二層，包括一主體層。

【請求項 15】如請求項 14 所述之發光元件，其中與另一個沒有該應變管理區的 LED 結構相比，該至少一發光結構的該應變管理區配置為改善來自該活性區的光發射。

【請求項 16】如請求項 14 所述之發光元件，其中該至少一發光結構的該應變管理區包括複數組交替的第一層與第二層。

【請求項 17】如請求項 14 所述之發光元件，其中該至少一發光結構的該應變管理區的該第一和第二子層和該主體層中的至少一者包括 $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N$ 的一組成。

【請求項 18】如請求項 17 所述之發光元件，其中該至少一發光結構的該應變管理區的該主體層的該 $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N$ 的組成基於從 0 到 0.15 的 x 值。

【請求項 19】如請求項 17 所述之發光元件，其中該至少一發光結構的該應變管理區的該第一子層的該 $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N$ 的組成基於從 0 到 0.3 的 x 值。

【請求項 20】如請求項 17 所述之發光元件，其中該至少一發光結構的該應變管理區的該第二子層的該 $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N$ 的組成基於從 0 到 0.1 的 x 值。

【發明圖式】

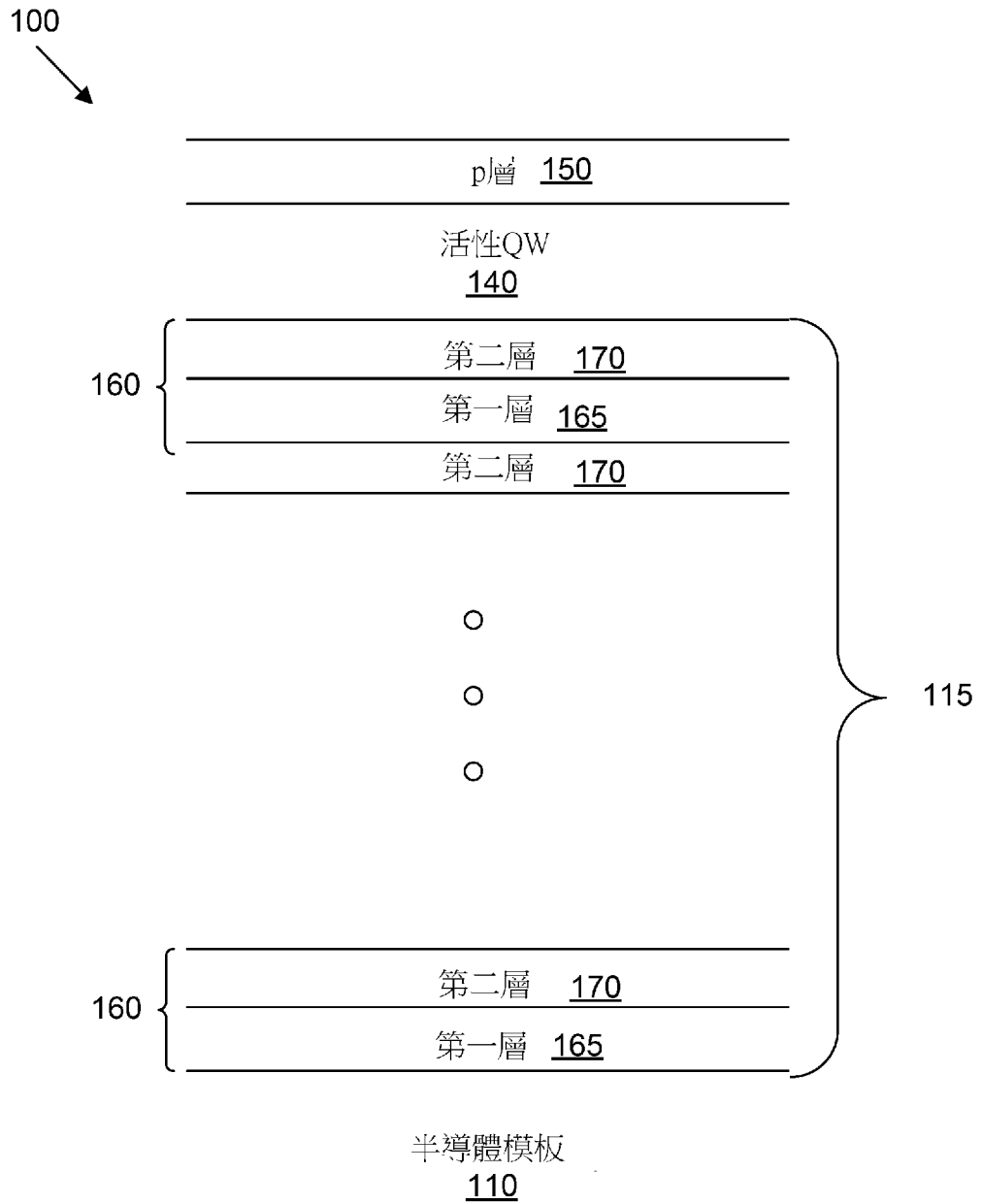


圖 1

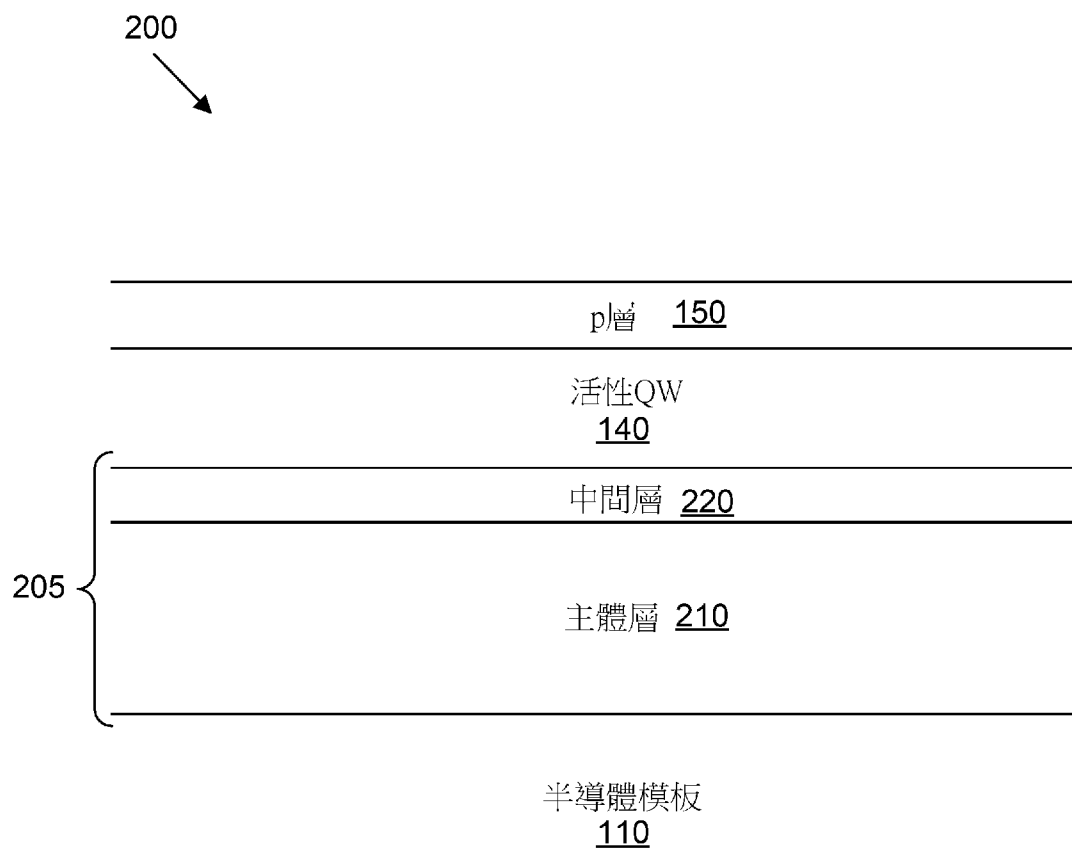


圖2

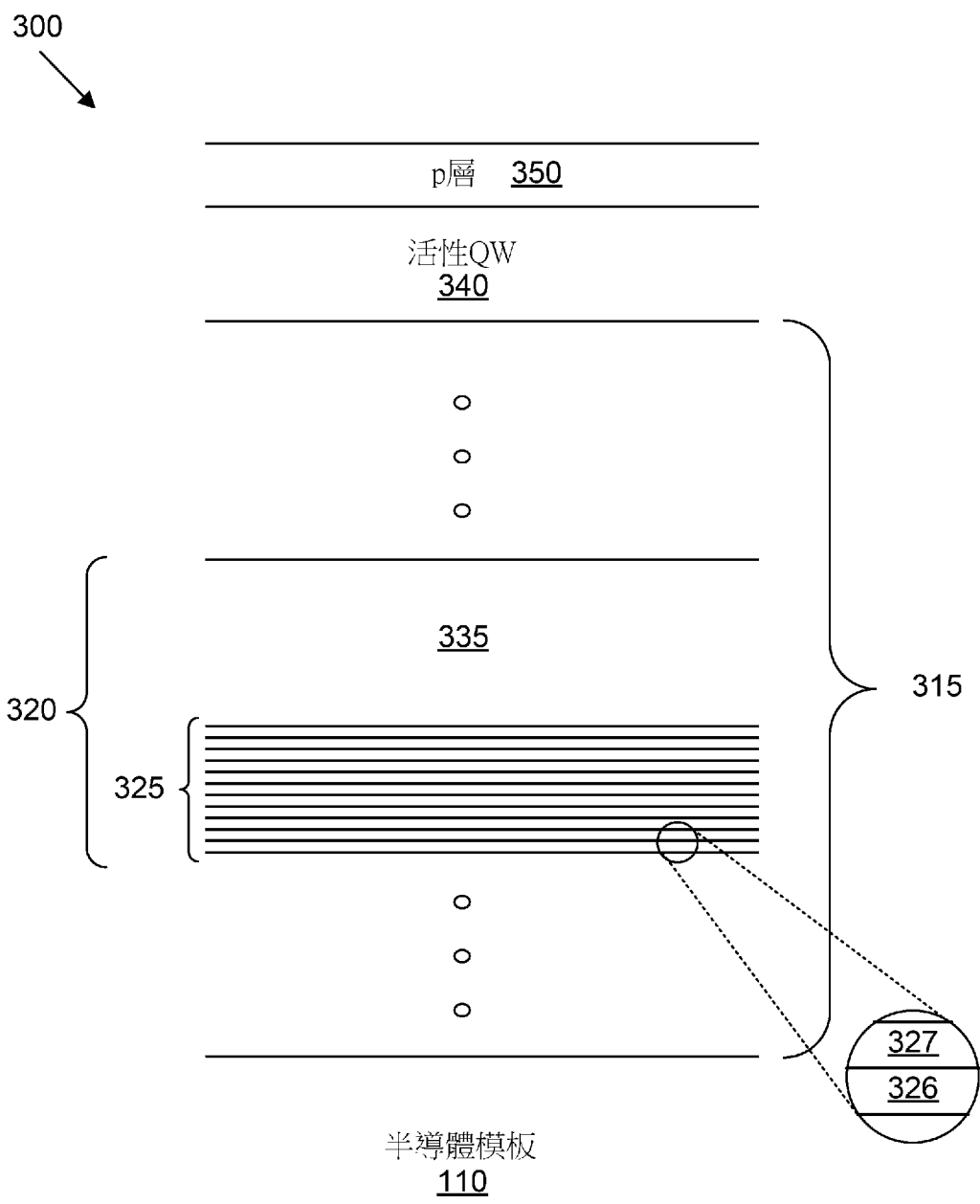


圖3

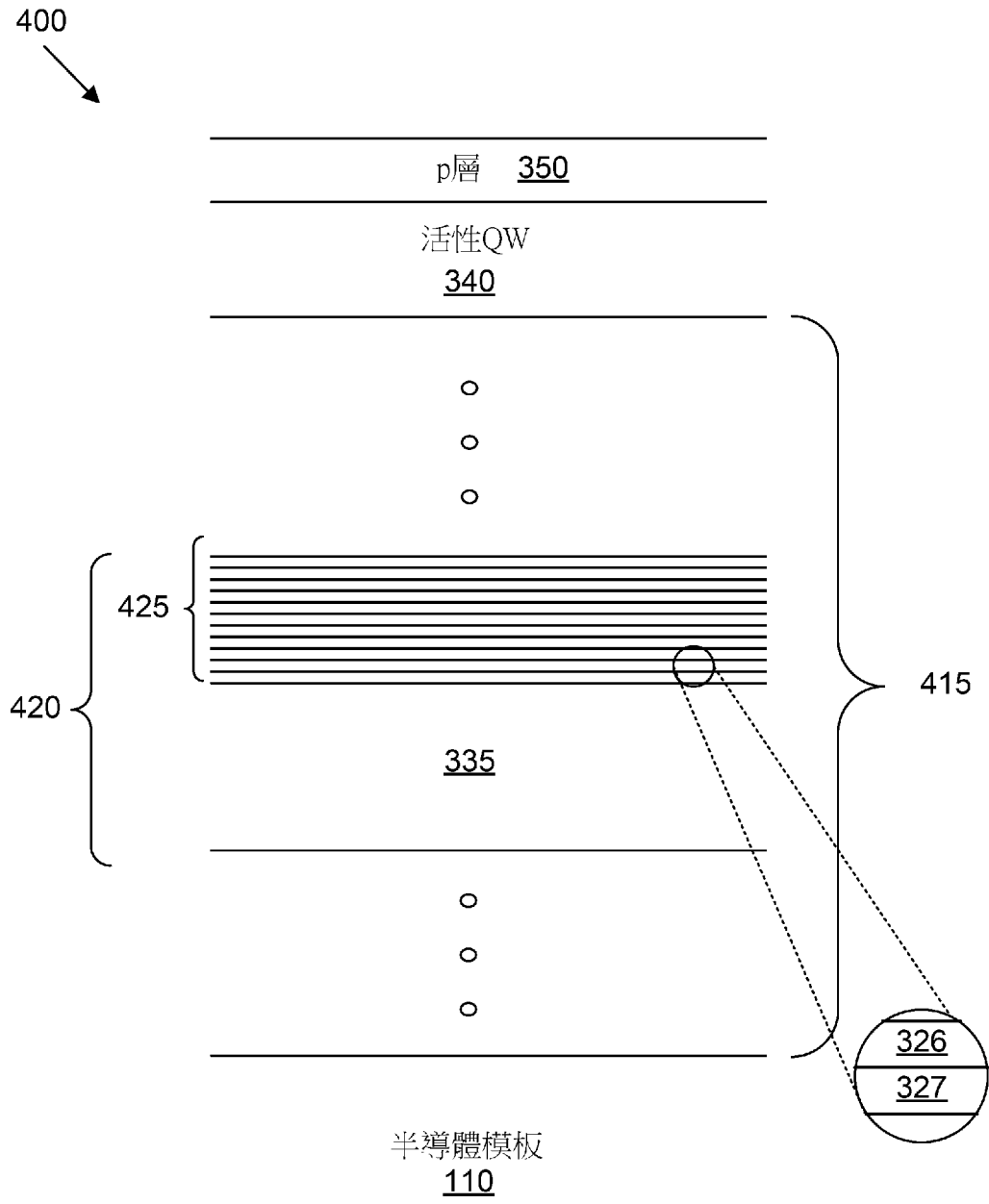


圖4

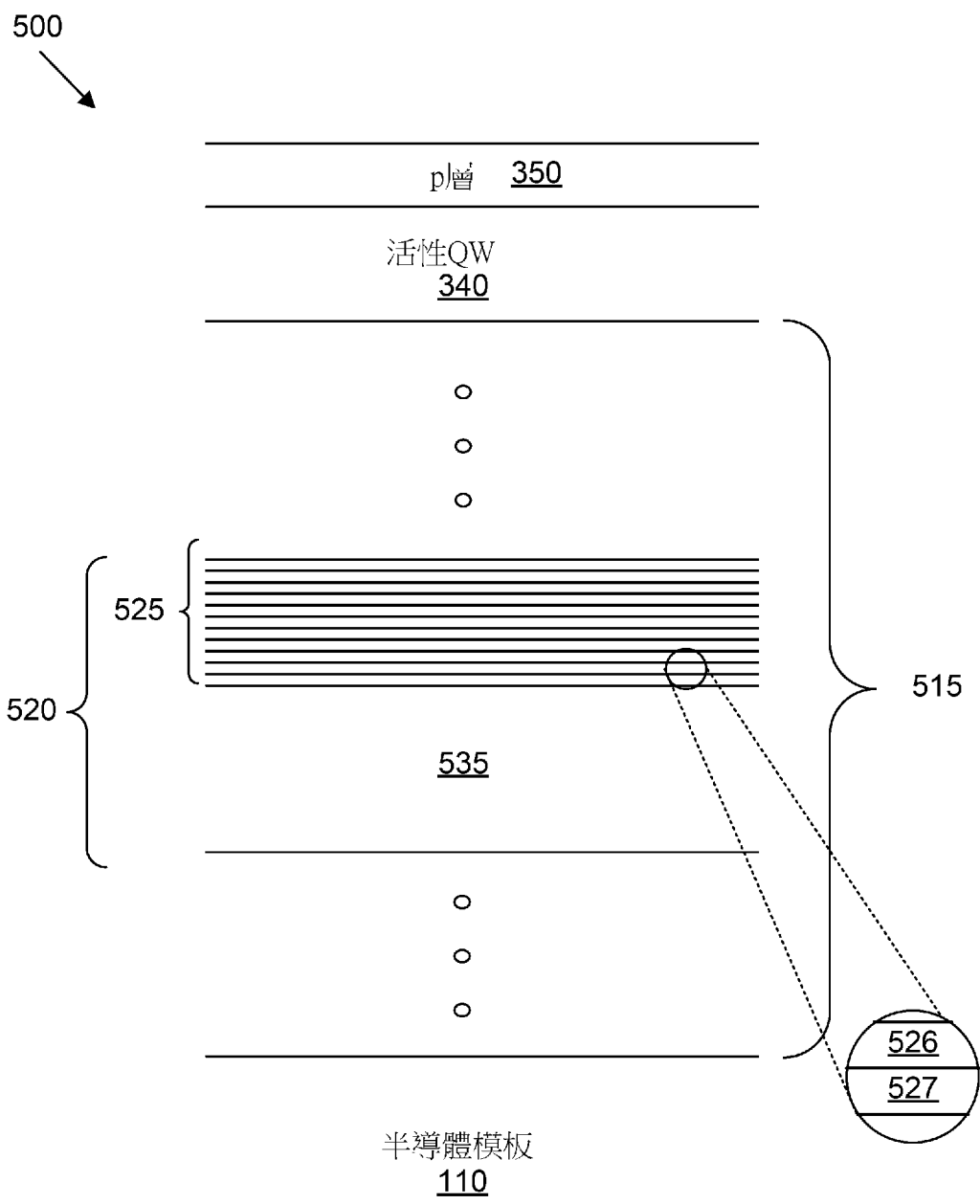


圖5

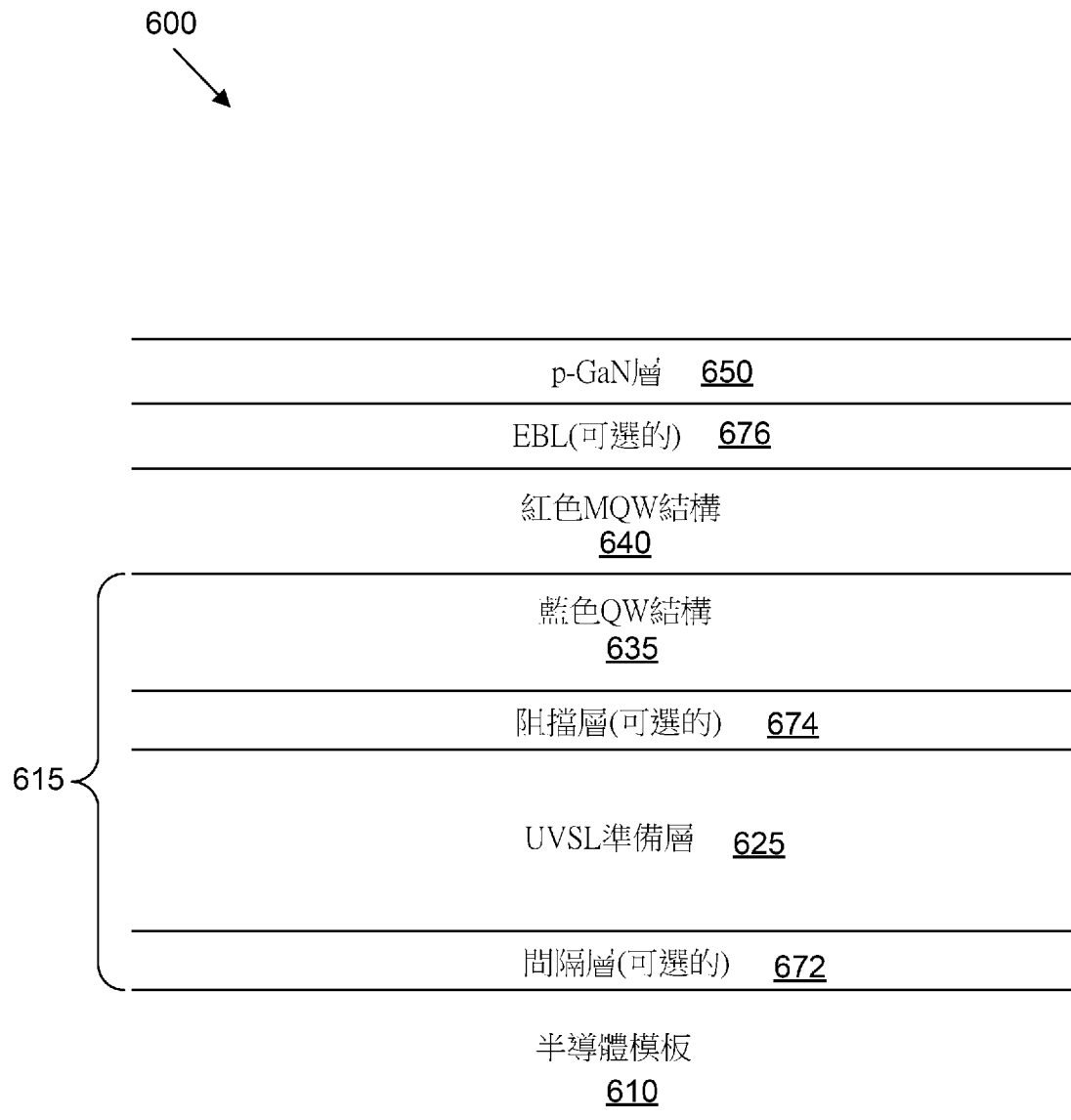


圖6

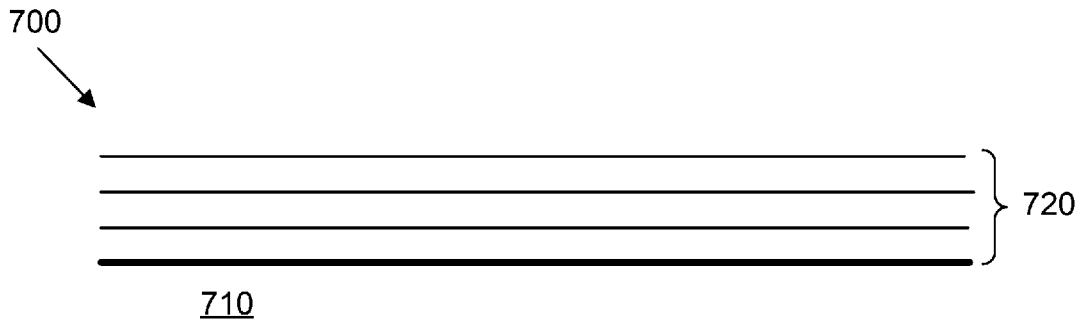


圖7

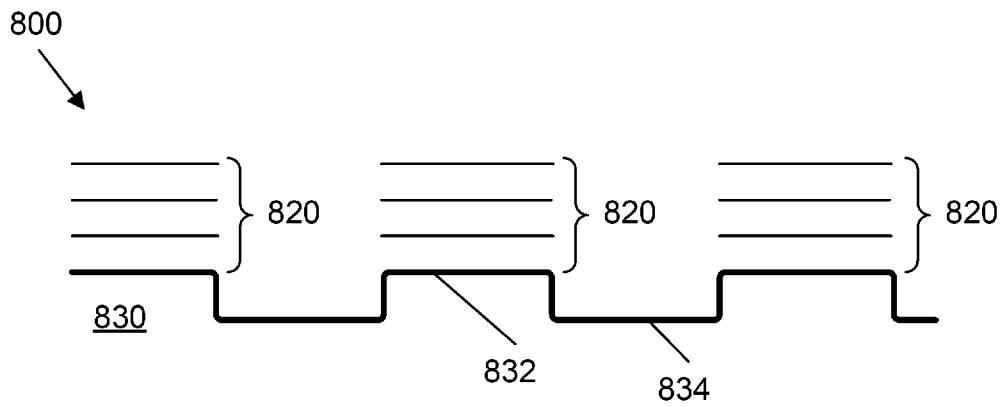


圖8

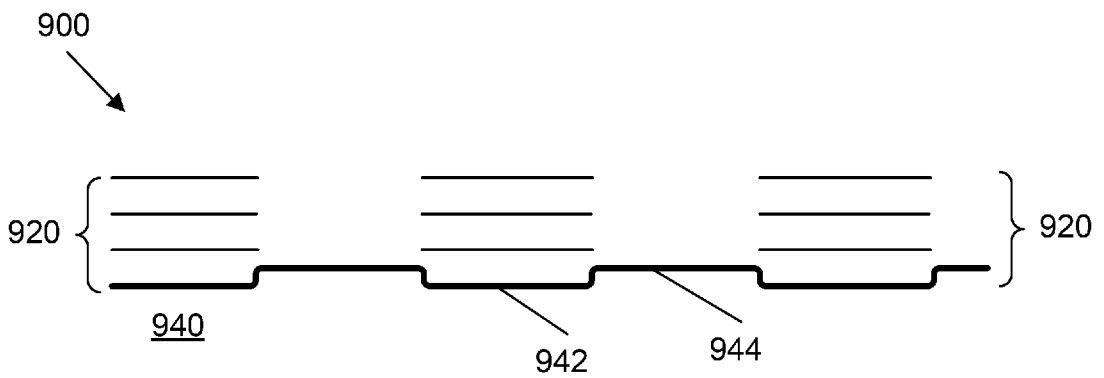


圖9

1000
↓

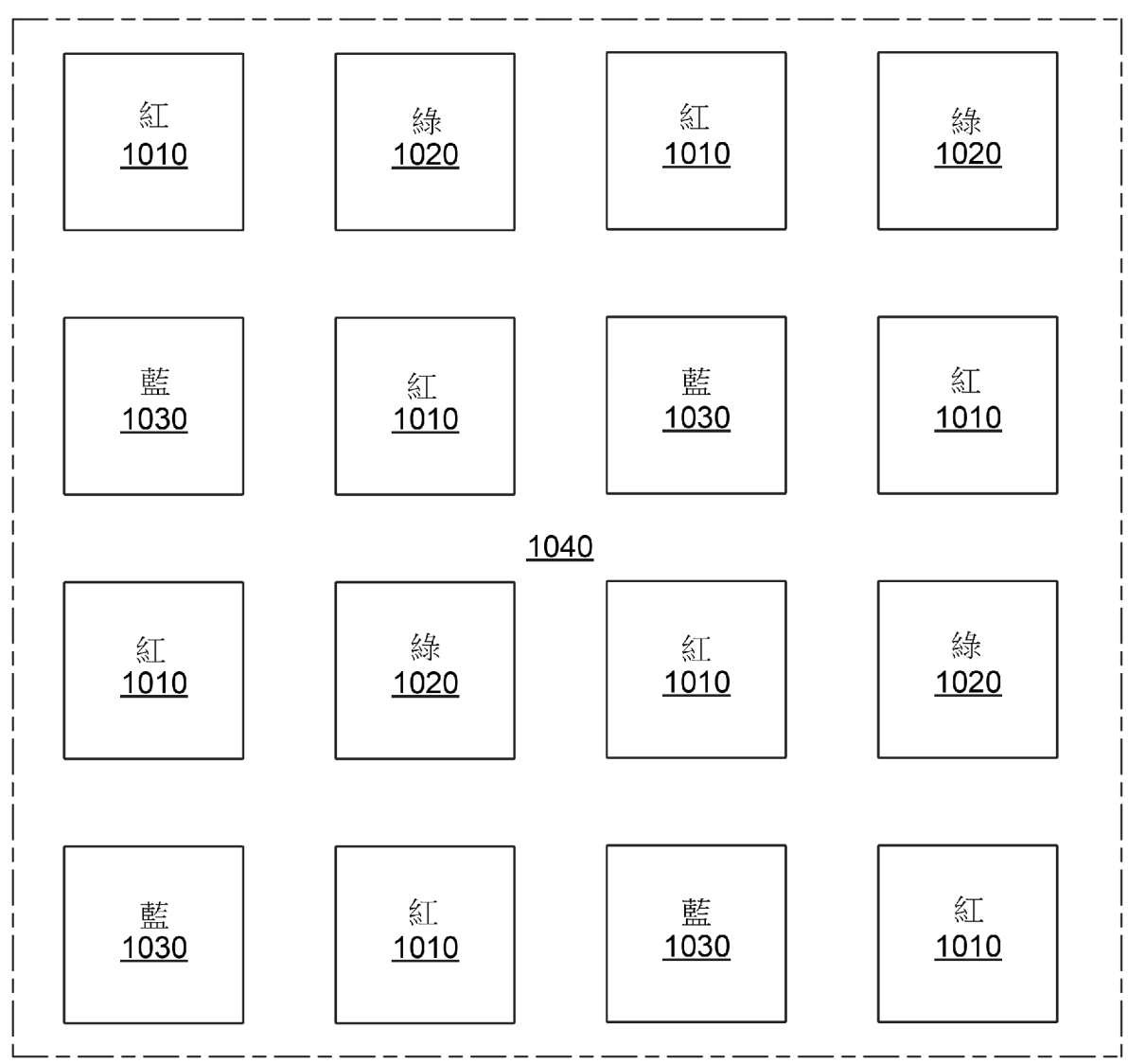


圖10

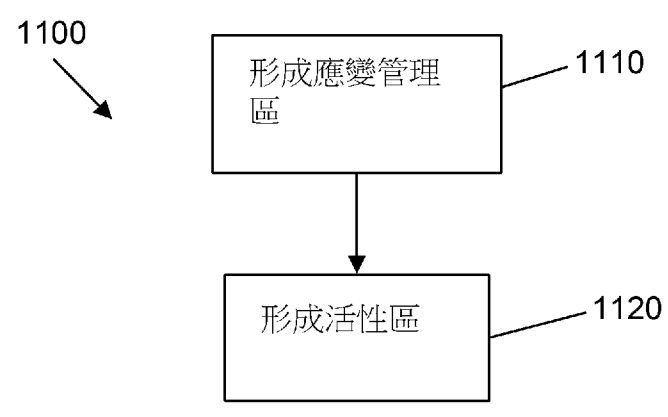


圖11

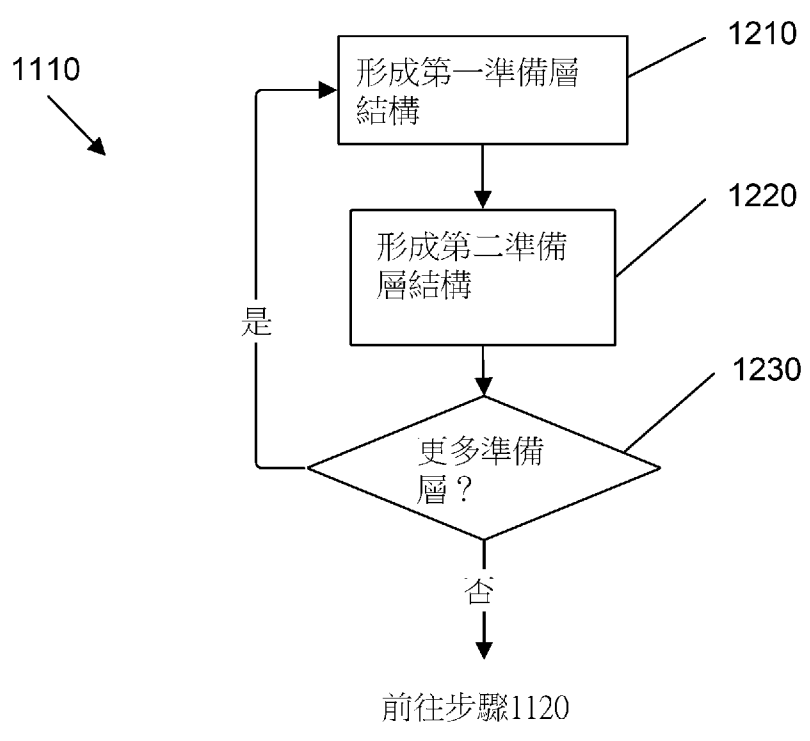


圖12