



(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 I552377 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：101127932

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 03 日

(51) Int. Cl. : **H01L33/10 (2010.01)**(71) 申請人：中華電信股份有限公司 (中華民國) CHUNGHWA TELECOM CO., LTD. (TW)
桃園市楊梅區電研路 99 號

(72) 發明人：柯孫堅 (TW)；蔡家龍 (TW)

(74) 代理人：李保祿

(56) 參考文獻：

TW 201131750A

TW 201135965A

TW 201203621A

1、Chia-Lung Tsai, Jia-Qing Lin and Ju-Ping Huang, "Fabrication and characterization of the substrate-free InGaN-based resonant-cavity light-emitting diodes for plastic optical fiber communications", J. Vac. Sci. Technol. B 27(3), pp. 1080-1085 (2009)

審查人員：陳聖

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：10 共 29 頁

(54) 名稱

利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製作方法

(57) 摘要

利用改變金屬厚度來調整其對光的反射率與穿透率的特性，以金屬材料分別作為共振腔發光二極體結構中所需之上、下反射鏡，使其簡化共振腔的製作程序。同時藉由金屬反射鏡對熱與電的優良傳導性質，來改善發光二極體的發光效率。

指定代表圖：

符號簡單說明：

步驟 401~步驟 404

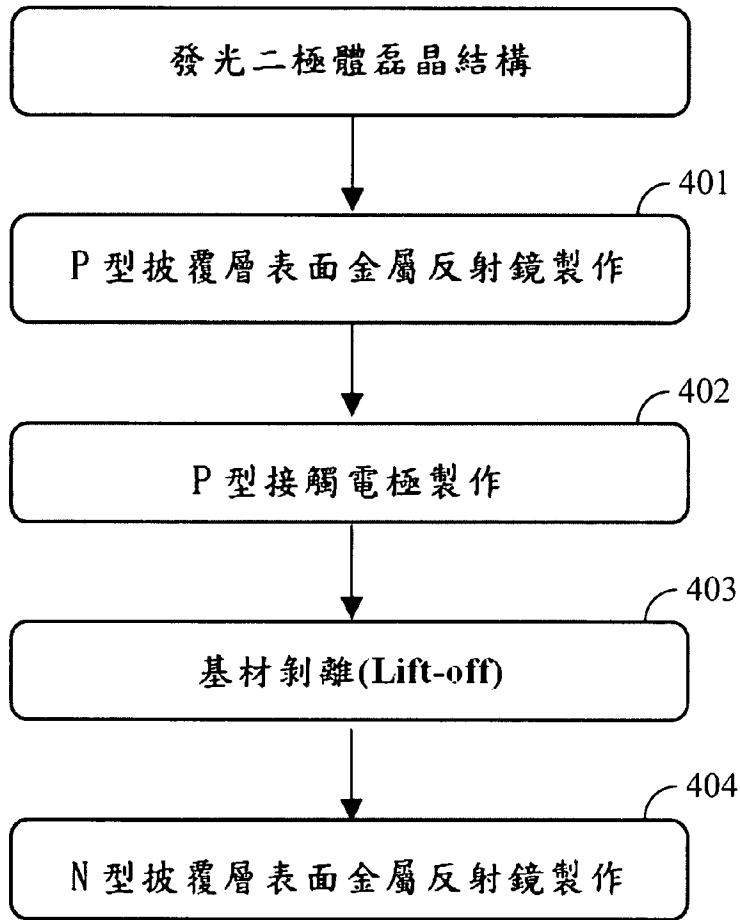


圖 4

發明專利說明書

公告本

(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：101127932

※申請日：01.8.3

※IPC分類：H01L 33/10 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製作方法

二、中文發明摘要：

利用改變金屬厚度來調整其對光的反射率與穿透率的特性，以金屬材料分別作為共振腔發光二極體結構中所需之上、下反射鏡，使其簡化共振腔的製作程序。同時藉由金屬反射鏡對熱與電的優良傳導性質，來改善發光二極體的發光效率。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

步驟 401 ~ 步驟 404

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種利用金屬薄膜所形成共振腔的發光二極體，尤其是關於一種以金屬來作為共振腔發光二極體結構所需之上、下反射鏡，具有簡化反射鏡的製作及改善發光二極體的發光效率的優點。

【先前技術】

發光二極體(Light Emitting Diode, LED)是一種可廣泛應用於照明、顯示、及光通訊上的人造光源，相較於傳統光源，其具有體積小、反應速度快、長壽命和電力消耗少等優點。若在 LED 結構的發光層上、下加入反射鏡以形成共振腔結構變成所謂共振腔發光二極體(Resonant Cavity Light Emitting Diode, RCLED)，則除了可以進一步改變光由發光層射出的角度分佈，讓大部分光落在逃脫角錐內而離開半導體表面，藉此增加光的取出率並提升發光二極體的發光效率之外，其共振結構也會對發光二極體所發出的光進行篩選作用，只有特定的波段的光可存留下來而對外發出，因此可以有效地窄化發光頻譜，減少因光纖傳輸所產生色散現象，進而改善信號傳輸品質。RCLED 對反射鏡反射率的設計通常在下反射鏡為(90%-99%)，上反射鏡為(< 90%)，發光層產生的光會在兩個鏡面間經多次來回反射來改變發射角度及篩選波長，最後由上反射鏡將光發射出去。RCLED 的反射鏡可以選擇兩種不同折射率材料(厚度均為 $\lambda/n \times 1/4$)交替多重堆疊的布拉格反射鏡(Distributed Bragg Reflector, DBR)，透過磊晶方式直接成長於 LED 發光層的上、下方。其藉由材料間彼此折射係數高低的差異及四分之一有效發

光波長(λ/n)的特定厚度的組合之下(λ 為發光波長； n 為材料的折射係數)，使得由發光層所產生的光在經過每對材料的界面時皆能產生建設性干涉，因而經多次干涉的累積讓布拉格反射鏡達到最大的反射作用，其反射率可以由矩陣法(matrix method)簡單求得：

$$R_{DBR} = |r_{DBR}|^2 = \left[\left(\frac{2\Delta n}{n_{avg}} \right)^m \right]^2 \quad (1)$$

DBR 在多層反射波的建設性干涉影響下，隨著堆疊層數的增加，反射率也跟著提高，DBR 的反射率值與兩個組成材料的折射率差 Δn 有關，若 DBR 的層數提高則可以增加反射率值，若組成物質的折射率差越大，則較少的層數即可達到高的反射率。然而材料的選擇受限於基材的晶格常數，必需符合方能順利磊晶成長於基材上，若藉由增加堆疊層數以達到所需反射率也要考慮多層堆疊所產生應力是否會造成堆疊結構本身的崩解。

通常影響 LED 特性優劣在於能否有效移除元件運作時由發光層所產生的焦耳熱，而傳統 RCLED 在發光層的上、下方使用由材料多重堆疊所形成布拉格反射鏡會阻礙焦耳熱的導出，再者為了在特定波長達到一定反射率的要求對堆疊層材料厚度也需要精密的控制，因此布拉格反射鏡的使用對 RCLED 而言不但會影響元件特性也會增加其製程的困難度，實非一良善之設計而亟待加以改良。C. L Tsai 等人所發表於 2009 年 4 月” Journal of Vacuum Science & Technology B” 卷 27 第 3 號第 1080-1085 頁” Fabrication and characterization of the substrate-free InGaN-based resonant-cavity light-emitting diodes for plastic optical fiber communications” 提到一種薄膜型 RCLED 結構(Thin-film RCLED)，其上反射鏡是採用 3 對 Ta₂O₅/SiO₂ 介

電質材料組所構成的布拉格反射鏡，下反射鏡則使用雷射剝離技術(LLO)將 LED 的基材剝離，再將金屬蒸鍍其上作為反射鏡以形成共振腔結構，此外藉由金屬優良的導熱性可較易將熱導出來以解決 LED 元件散熱問題，使其 Thin-film RCLED 具有優良的發光特性。通常金屬會吸收光使得穿透率降低因此不適合作為上反射鏡，然而在圖 1 繪示銀金屬在不同厚度下其反射及穿透率頻譜圖，發現其除了可隨著鍍層厚度的變化可達到所需之反射率外，穿透率也隨著鍍層厚度的減少而逐漸增加。

鑒於以上習知技術以金屬作為反射鏡有助於解決 RCLED 元件散熱問題及銀薄膜的厚度減少對光的穿透率有明顯促進的效益，本案發明人乃亟思加以改良創新，提出一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體，以金屬分別作為 RCLED 的上、下反射鏡的共振腔結構，除了可更促進導出 RCLED 操作時所產生的焦耳熱之外，金屬反射鏡也較布拉格反射鏡的製作簡單。

【發明內容】

本發明之主要目的即在於提供一種利用金屬薄膜所形成之共振腔發光二極體，以金屬作為其共振腔結構所需的反射鏡，來簡化共振腔發光二極體的製程並維持其元件特性的穩定。

可達成上述發明目的之一種利用金屬薄膜所形成反射鏡之共振腔發光二極體，係利用調整金屬的厚度來改變其對光的反射率與穿透率，以分別符合共振腔發光二極體其上、下反射鏡的特性需求。其基本的結構是在一磊晶基板上依序磊晶成長一 N 型披覆層、一發光層及一 P 型披覆層。在 P

型披覆層表面首先製備一層預先決定厚度的薄膜金屬作為反射鏡，然後再利用剝離技術將磊晶基板給予剝除，最後在剝除的表面(N型披覆層)則形成另一層金屬反射鏡，藉由上、下金屬反射鏡與發光層構成本發明一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體。圖 2A 為依據本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體，如圖所示其各層結構為上金屬反射鏡 204、P 型披覆層 201、發光層 202、N 型披覆層 203、下金屬反射鏡 205，與圖 2B 利用布拉格反射鏡所形成之共振腔發光二極體結構，如圖所示其各層結構為上布拉格反射鏡 206、P 型披覆層 201、發光層 202、N 型披覆層 203、下布拉格反射鏡 207，這兩個圖顯示出以薄膜金屬作為反射鏡來取代多對材料組所形成布拉格反射鏡具有結構簡易的優點，另外藉由反射鏡金屬的優異導電/熱特性可將灌注入於共振腔發光二極體的電流均勻分佈於發光層進行光電轉換，減少因電流擁擠效應所造成元件發光特性不佳的問題，而在發光層所產生的焦耳熱也可分別從上、下金屬反射鏡迅速導出以維持元件特性的穩定。

綜上所述，本發明歸納如下：

一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體，其包含：一磊晶基板，其上依序磊晶成長一成核層、一緩衝層、一 N 型披覆層、一發光層及一 P 型披覆層；一上反射鏡，於該 P 型披覆層表面形成一薄金屬層作為該上反射鏡，並於該上反射鏡表面再覆蓋一層透明之一介電質材料層作為保護；以及一下反射鏡，利用剝離技術將該磊晶基板給予剝除，並於剝除後之表面形成一高反射率之金屬層作為該下反射鏡。

在本發明中，其中該磊晶基板係為藍寶石(sapphire)基板，而該緩衝層

係為無摻雜之氮化鎵(GaN)。

在本發明中，其中該薄金屬層係為銀金屬，其厚度決定可依該上反射鏡所需之反射率與穿透率決定。

在本發明中，其中該高反射率之金屬層係為鎳(Ni)/銀(Ag)/鈦(Ti)/金(Au)金屬或銀(Ag)/鉻(Cr)/金(Au)金屬，兼具該下反射鏡及歐姆接觸電極功能。

一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體，其主要結構包含：一磊晶基板，其上依序磊晶成長一成核層、一緩衝層、一 N 型披覆層、一發光層及一 P 型披覆層；一下反射鏡，於該 P 型披覆層表面形成一高反射率之金屬層為該下反射鏡；以及一上反射鏡，利用剝離技術將該磊晶基板給予剝除，並於剝除之表面形成一指叉形狀金屬層，該指叉形狀金屬層間隙之表面區域則形成作為該上反射鏡所需之一薄金屬層，最後於該上反射鏡表面再覆蓋一層透明之一介電質材料層作為保護。

在本發明中，其中該磊晶基板係為藍寶石(sapphire)基板，而該緩衝層係為無摻雜之氮化鎵(GaN)。

在本發明中，其中該薄金屬層係為銀金屬，其厚度決定可依該上反射鏡所需之反射率與穿透率決定。

在本發明中，其中該高反射率之金屬層係為鎳(Ni)/銀(Ag)/鈦(Ti)/金(Au)金屬或銀(Ag)/鉻(Cr)/金(Au)金屬，兼具該下反射鏡及歐姆接觸電極功能。

一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製作方法，其至少包含下列步驟：於一發光二極體結構之一 P 型披覆層表面利用半導體製程技術定義一出光區域及一 P 型接觸電極區域；然後在該出光區域依序形成一透明導電層及一薄銀金屬，該薄銀金屬層的表面再覆蓋一層透明之

一介電質材料層作為保護；接著在該 P 型接觸電極區域依序形成一二氧化矽層及一金屬層，其中該金屬層需確認與該透明導電層保持良好電性連接；將該發光二極體之一正面利用蠟(wax)黏貼於一玻璃暫時基板上，並將該發光二極體之一背面之一磊晶基板磨薄，再選擇一適當波長之雷射將其照射於該磊晶基板，進行該磊晶基板之剝離；以及於一 N 型披覆層表面形成高反射率之一銀(Ag)/鉻(Cr)金屬層，以作為該 N 型披覆層之歐姆電極並兼具該下反射鏡功能，該銀(Ag)/鉻(Cr)金屬層表面則再覆蓋一金(Au)金屬，以便透過焊料和鍍金的永久基板結合並移除該玻璃暫時基板。

在本發明中，其中該透明導電層係為銦錫氧化物(Indium Tin Oxide, ITO)或摻鋁氧化鋅(Al-doped ZnO, AZO)，使灌注電流可均勻分佈於共振腔之該發光二極體之發光層，減少因電流擁擠效應所產生元件發光特性不佳的問題。

在本發明中，其中該適當波長之雷射係為波長 248nm KrF 準分子雷射，其係利用光與物質交互作用的原理，讓藍寶石基板無法吸收此一能量的光子，可是卻可以被 GaN 成核層吸收的特性來進行該磊晶基板剝離。

一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製作方法，其步驟包含：於一發光二極體結構之一 P 型披覆層表面形成高反射率之一鎳(Ni)/銀(Ag)金屬層，再於該鎳(Ni)/銀(Ag)金屬層表面形成一鈦(Ti)/金(Au)金屬層，以便與鍍金之永久基板結合；將該發光二極體之一正面利用蠟(wax)黏貼於一玻璃暫時基板上，並將該發光二極體之一背面之一磊晶基板磨薄，再選擇一適當波長之雷射將其照射於該發光二極體之該磊晶基板，進行該磊晶基板之剝離；剝離後之一 N 型披覆層表面則依序形成指叉形狀之一鉻

(Cr)金屬層與一金(Au)金屬層，分別作為該 N 型披覆層之歐姆電極與元件封裝處理之接觸電極；以及最後再覆蓋一銀(Ag)金屬層作為保護之一透明介電質材料層。

在本發明中，其中該適當波長之雷射係為波長 248nm KrF 準分子雷射，其係利用光與物質交互作用的原理，讓藍寶石基板無法吸收此一能量的光子，可是卻可以被 GaN 成核層吸收的特性來進行該磊晶基板剝離。

在本發明中，其中指叉形狀之該接觸電極之間隙之出光區域表面形成作為該上反射鏡所需薄銀(Ag)金屬層，其厚度依照反射率的要求決定。

本發明所提供之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體，與前述引證案及其他習用技術相互比較時，更具有下列優點：

1. 本發明所提供之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體，利用調整金屬的厚度來改變其對光的反射率與穿透率，以作為共振腔發光二極體所需之反射鏡，具有配合共振腔設計彈性運用及簡化反射鏡製造優點。

2. 本發明所提供之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體，可以藉由金屬優良導熱性將發光二極體所產生的焦耳熱分別由上、下兩個金屬反射鏡迅速導出，以提高元件的散熱性並改善元件因熱效應導致發光效率衰退的現象。

3. 本發明所提供之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體，以金屬所形成反射鏡可以兼作歐姆接觸電極，使其電流可以均勻灌注於發光層而避免因電流擁擠效應所元件發光特性不佳的問題。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發

明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及發明說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆應仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【實施方式】

為了使本發明的目的、技術方案及優點更加清楚明白，下面結合附圖及實施例，對本發明進行進一步詳細說明。應當理解，此處所描述的具體實施例僅用以解釋本發明，但並不用於限定本發明。以下，結合附圖對本發明進一步說明：

本發明主要係應用金屬薄膜來形成共振腔發光二極體所需之反射鏡，藉以簡化共振腔發光二極體的製程並獲得穩定的元件特性，其係利用改變金屬厚度以調整其對發光波長的反射率與穿透率，此外金屬對電及熱的優良傳導特性可進一步增加元件在高電流密度下之操作能力。在本發明之實施例中，金屬鍍膜可以使用如銀(Ag)金屬，它在厚度 10nm 至 30nm 之間對 400nm 至 900nm 波長範圍具有較大反射率與穿透率變化，可以作為共振腔發光二極體的上反射鏡，而大於 40nm 厚度的銀則因其具有較大反射率與較小穿透率，則適合作為下反射鏡。接著以二種實施例來說明本發明方法之實現步驟及其優點。但非用來限制本發明之範圍。

第一實施例：

請參考圖 3 係為本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之結構，發光二極體結構 300 為具有 P 型披覆層 306、發光層 305、N 型披覆層 304、緩衝層 303、成核層 302 及磊晶基板 301 所組成。其中磊晶基板 301 為藍寶石(sapphire)基板，成核層 302 為氮化鎵(GaN)可作為幫助

磊晶成長氮化物材料之用，緩衝層 303 為無摻雜之氮化鎵(GaN)，發光層 305 為多重量子井(Quantum Well)由無摻雜 InGaN 及 GaN 材料所構成，P 型披覆層 306 與 N 型披覆層 304 則分別由 Mg 摻雜(Mg-doped)與 Si 摻雜(Si-doped)之 GaN 材料所構成。圖 4 則為本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體製造流程圖，圖 5 至圖 8 為依照圖 4 之製造流程所對應之的第一實施例產物結構圖。首先如圖 5 所示進行步驟 401，在 P 型披覆層 306 表面利用半導體製程技術定義出光區域 501 及 P 型接觸電極區域 502，然後在其發光區域 501 依序形成透明導電層 503 及薄銀(Ag)金屬 504，其中透明導電層 503 可為銦錫氧化物(Indium Tin Oxide；ITO)或摻鋁氧化鋅(Al-doped ZnO; AZO)，以促進灌注電流可均勻分佈於共振腔發光二極體的發光層 305，減少因電流擁擠效應所產生元件發光特性不佳的問題；薄銀金屬層 504 則作為上金屬反射鏡其厚度決定於對反射率的要求，薄銀金屬層(上金屬反射鏡)504 的表面再覆蓋一層透明的介電質材料層 505 作為保護。接著進行步驟 402 在 P 型接觸電極區域 502 依序形成二氧化矽層 601 及鉻(Cr)/金(Au)金屬層 602，其中二氧化矽層 601 是作為 P 型接觸電極下的電流阻障層，可減少電極下方產生光放射並被金屬電極吸收的問題。此外，金屬層 602 需確認與透明導電層 503 保持良好電性連接，並可作為元件封裝處理的接觸電極，如圖 6 所示。然後進行步驟 403，如圖 7 所示將完成上述製程步驟之發光二極體的正面利用蠟(wax)黏貼於玻璃暫時基板 701 上，並將其背面磊晶基板(藍寶石基板)301 磨薄，再選擇適當波長的雷射將其照射於發光二極體的背面，利用光與物質交互作用的原理，讓藍寶石基板 301 無法吸收此一能量的光子，可是卻可以被 GaN 成核層 302 吸收的特性來進

行磊晶基板剝離。其中雷射可以使用波長為 248nm KrF 準分子雷射，其能量可被 GaN 成核層 302 所吸收而汽化分解來達到 GaN 緩衝層 303 與基材(藍寶石基板)301 分離的目的，剝離的表面通常會佈滿鎵(Ga)金屬，可用鹽酸水溶液(鹽酸比水 1：1)清洗移除，此外，為了在 N 型披覆層 304 上形成歐姆電極，可再利用感應耦合電漿活性離子蝕刻(ICP-RIE)將未摻雜之 GaN 緩衝層 303 去除。最後進行步驟 404，在乾淨的 N 型披覆層 304 表面形成高反射率的銀(Ag)/鉻(Cr)金屬層 801 以作為 N 型披覆層 304 的歐姆電極並兼具下反射鏡功能，銀(Ag)/鉻(Cr)金屬層 801 表面則再覆蓋金(Au)金屬 802，以便透過焊料和鍍金的永久基板 803 結合並移除玻璃暫時基板 701，如圖 8 所示，即完成本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體的第一實施例。

第二實施例：

而，本發明一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之第二實施例，其製作流程與該第一實施例相似，其不同處在於所出光方向相反，因此其上、下金屬反射鏡形成順序有所不同，今僅就本第二實施例中形成金屬反射鏡的步驟 401 與步驟 404 詳加說明。

參閱圖 9，進行步驟 401 於一發光二極體結構 300 之 P 型披覆層 306 表面形成高反射率的鎳(Ni)/銀(Ag)金屬層 901，鎳(Ni)/銀(Ag)金屬層 901 表面則再形成鈦(Ti)/金(Au)金屬層 902 以便與鍍金的永久基板 903 結合。由於金屬層 901 兼具與 P 型披覆層 306 形成歐姆電極及下反射鏡功能，因此可以省略步驟 402 直接依照第一實施例步驟 403 進行將基材給予剝離。剝離後乾淨 N 型披覆層 304 表面則進行步驟 404 依序形成指叉形狀的鉻(Cr)金屬

層 1001 與金(Au)金屬層 1002, 分別作為 N 型披覆層 304 的歐姆電極與元件封裝處理的接觸電極, 其中指叉形狀電極是為方便電子能夠均勻灌注入於共振腔發光二極體的發光層 305。指叉形狀電極間隙的出光區域表面則形成作為上反射鏡所需薄銀(Ag)金屬層 1003, 其厚度依照反射率的要求決定, 最後銀(Ag)金屬層 1003 再覆蓋作為保護的透明介電質材料層 1004, 如圖 10 所示, 即完成本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體第二實施例。

以上該僅為本發明之較佳實施例, 並非用來限定本發明之實施範圍; 如果不脫離本發明之精神和範圍, 對本發明進行修改或者等同替換, 均應涵蓋在本發明申請專利範圍的保護範圍當中。

【圖式簡單說明】

圖 1 係為銀金屬在不同厚度下各種波長下反射率曲線及穿透率曲線;

圖 2A 係為金屬薄膜反射鏡所形成共振腔的發光二極體;

圖 2B 係為布拉格反射鏡所形成共振腔的發光二極體;

圖 3 係為本發明之發光二極體結構;

圖 4 係為本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體的製造流程圖;

圖 5 係為本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製造流程, 進行步驟 401 後對應之的第一實施例的產物結構圖;

圖 6 係為本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製造流程, 進行步驟 402 後對應之的第一實施例的產物結構圖;

圖 7 係為本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製造流程，進行步驟 403 後對應之的第一實施例的產物結構圖；

圖 8 係為本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製造流程，進行步驟 404 後對應之的第一實施例的產物結構圖；

圖 9 係為本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製造流程，進行步驟 401 後對應之的第二實施例的產物結構圖；

圖 10 係為本發明之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製造流程，進行步驟 404 後對應之的第二實施例的產物結構圖；

【主要元件符號說明】

- | | |
|-----|----------------------------|
| 101 | 厚度為 30 nm 的薄銀金屬在各種波長下反射率曲線 |
| 102 | 厚度為 20 nm 的薄銀金屬在各種波長下反射率曲線 |
| 103 | 厚度為 10 nm 的薄銀金屬在各種波長下反射率曲線 |
| 104 | 厚度為 10 nm 的薄銀金屬在各種波長下穿透率曲線 |
| 105 | 厚度為 20 nm 的薄銀金屬在各種波長下穿透率曲線 |
| 106 | 厚度為 30 nm 的薄銀金屬在各種波長下穿透率曲線 |
| 201 | P 型披覆層 |
| 202 | 發光層 |
| 203 | N 型披覆層 |
| 204 | 上金屬反射鏡 |
| 205 | 下金屬反射鏡 |
| 206 | 上布拉格反射鏡 |

- 207 下布拉格反射鏡
- 300 發光二極體結構
- 301 磊晶基板
- 302 成核層
- 303 緩衝層
- 304 N型披覆層
- 305 發光層
- 306 P型披覆層
- 401 步驟
- 402 步驟
- 403 步驟
- 404 步驟
- 501 出光區域
- 502 P型接觸電極區域
- 503 透明導電層
- 504 銀(Ag)金屬層(上金屬反射鏡)
- 505 介電質材料層
- 601 二氧化矽(SiO₂)層
- 602 鉻(Cr)/金(Au)金屬層
- 701 玻璃暫時基板
- 801 銀(Ag)/鉻(Cr)金屬層
- 802 金(Au)金屬層

- 803 鍍金永久基板
- 901 鎳(Ni)/銀(Ag)金屬層(下金屬反射鏡)
- 902 鈦(Ti)/金(Au)金屬層
- 903 鍍金永久基板
- 1001 鉻(Cr)金屬層
- 1002 金(Au)金屬層
- 1003 銀(Ag)金屬層(上金屬反射鏡)
- 1004 介電質材料層

七、申請專利範圍：

1. 一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製作方法，其至少包含下列步驟：
 - (1) 於一發光二極體結構之一 P 型披覆層表面利用半導體製程技術定義一出光區域及一 P 型接觸電極區域；
 - (2) 然後在該出光區域依序形成一透明導電層及一薄銀金屬，該薄銀金屬層的表面再覆蓋一層透明之一介電質材料層作為保護；
 - (3) 接著在該 P 型接觸電極區域依序形成一二氧化矽層及一金屬層，其中該金屬層需確認與該透明導電層保持良好電性連接；
 - (4) 將該發光二極體之一正面利用蠟(wax)黏貼於一玻璃暫時基板上，並將該發光二極體之一背面之一磊晶基板磨薄，再選擇一適當波長之雷射將其照射於該磊晶基板，進行該磊晶基板之剝離；以及
 - (5) 於一 N 型披覆層表面形成高反射率之一銀(Ag)/鉻(Cr)金屬層，以作為該 N 型披覆層之歐姆電極並兼具該下反射鏡功能，該銀(Ag)/鉻(Cr)金屬層表面則再覆蓋一金(Au)金屬，以便透過焊料和鍍金的永久基板結合並移除該玻璃暫時基板。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製作方法，其中該透明導電層係為銦錫氧化物(Indium Tin Oxide, ITO)或摻鋁氧化鋅(Al-doped ZnO, AZO)，使灌注電流可均勻分佈於共振腔之該發光二極體之發光層，減少因電流擁擠效應所產生元件發光特性不佳的問題。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製作方法，其中該適當波長之雷射係為波長 248nm KrF 準分子雷射，其係利用光與物質交互作用的原理，讓藍寶石基板無法吸收此一能量的光子，可是卻可以被 GaN 成核層吸收的特性來進行該磊晶基板剝離。
4. 一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製作方法，其步驟包含：
 - (1) 於一發光二極體結構之一 P 型披覆層表面形成高反射率之一鎳(Ni)/銀(Ag)金屬層，再於該鎳(Ni)/銀(Ag)金屬層表面形成一鈦(Ti)/金(Au)金屬層，以便與鍍金之永久基板結合；
 - (2) 將該發光二極體之一正面利用蠟(wax)黏貼於一玻璃暫時基板上，並將該發光二極體之一背面之一磊晶基板磨薄，再選擇一適當波長之雷射將其照射於該發光二極體之該磊晶基板，進行該磊晶基板之剝離；
 - (3) 剝離後之一 N 型披覆層表面則依序形成指叉形狀之一鉻(Cr)金屬層與一金(Au)金屬層，分別作為該 N 型披覆層之歐姆電極與元件封裝處理之接觸電極；以及
 - (4) 最後再覆蓋一銀(Ag)金屬層作為保護之一透明介電質材料層。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製作方法，其中該適當波長之雷射係為波長 248nm KrF 準分子雷射，其係利用光與物質交互作用的原理，讓藍寶石基板無法吸收此一能量的光子，可是卻可以被 GaN 成核層吸收的特性來進行該磊晶基板

剝離。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述之一種利用金屬薄膜形成反射鏡的共振腔發光二極體之製作方法，其中指叉形狀之該接觸電極之間隙之出光區域表面形成作為該上反射鏡所需薄銀(Ag)金屬層，其厚度依照反射率的要求決定。

八、圖式：

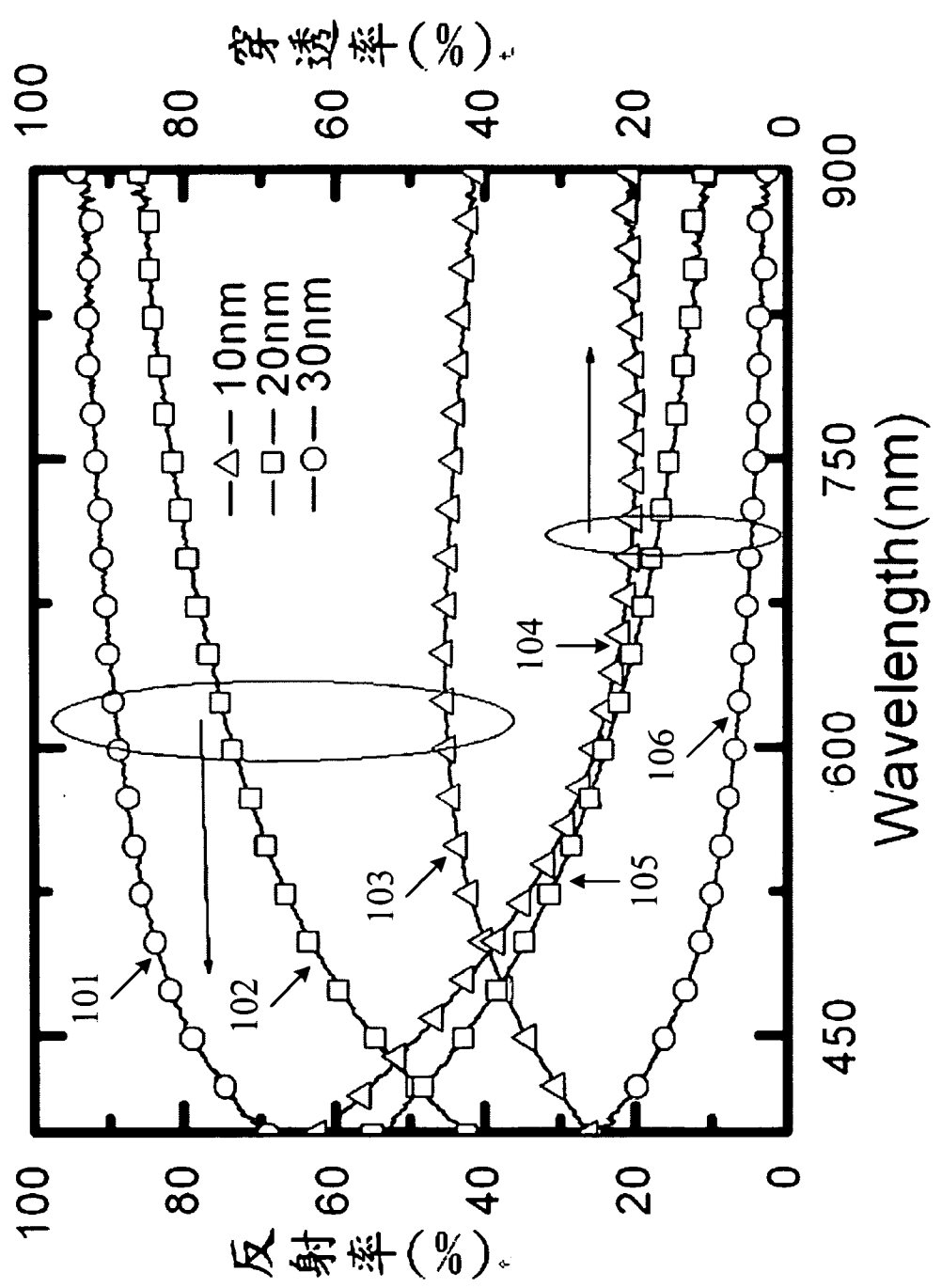


圖 1

101 年 9 月 6 日 修(更)正 替換頁

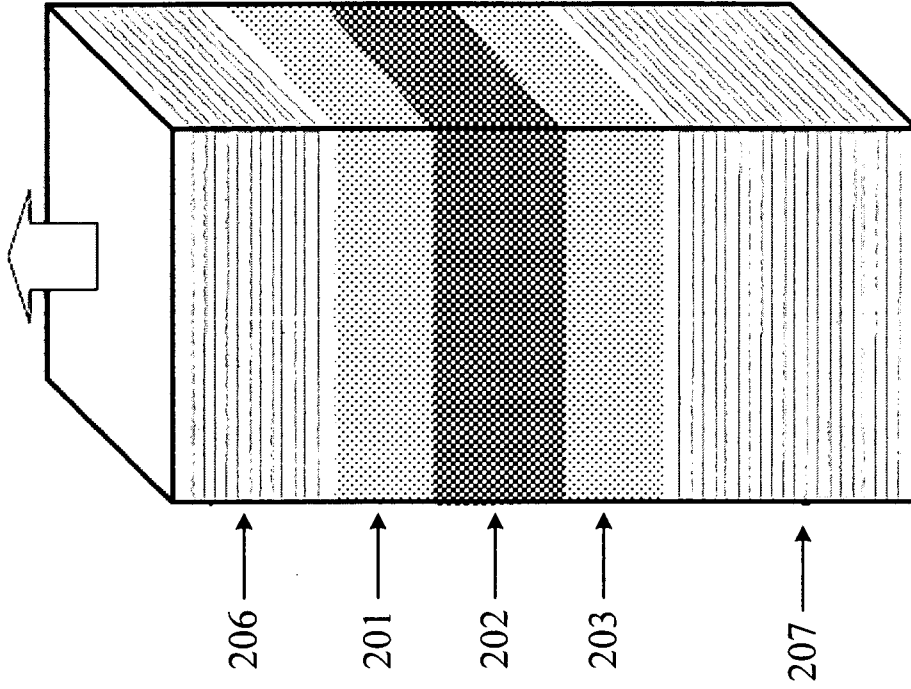


圖 2B

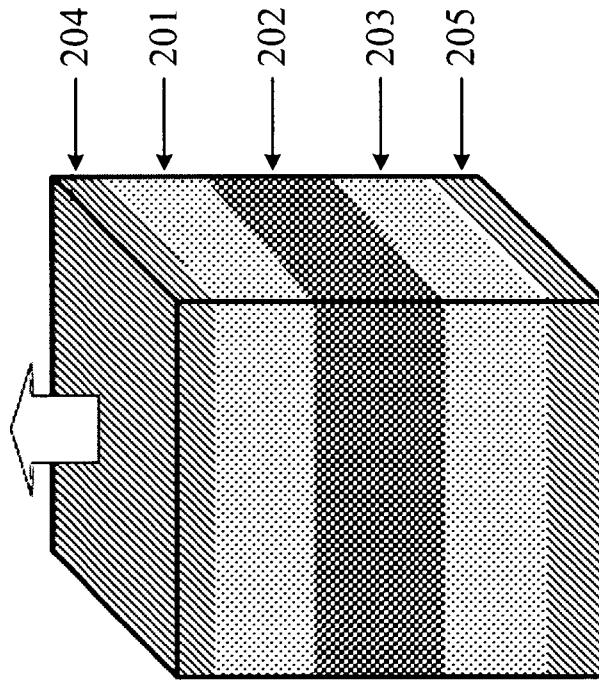


圖 2A

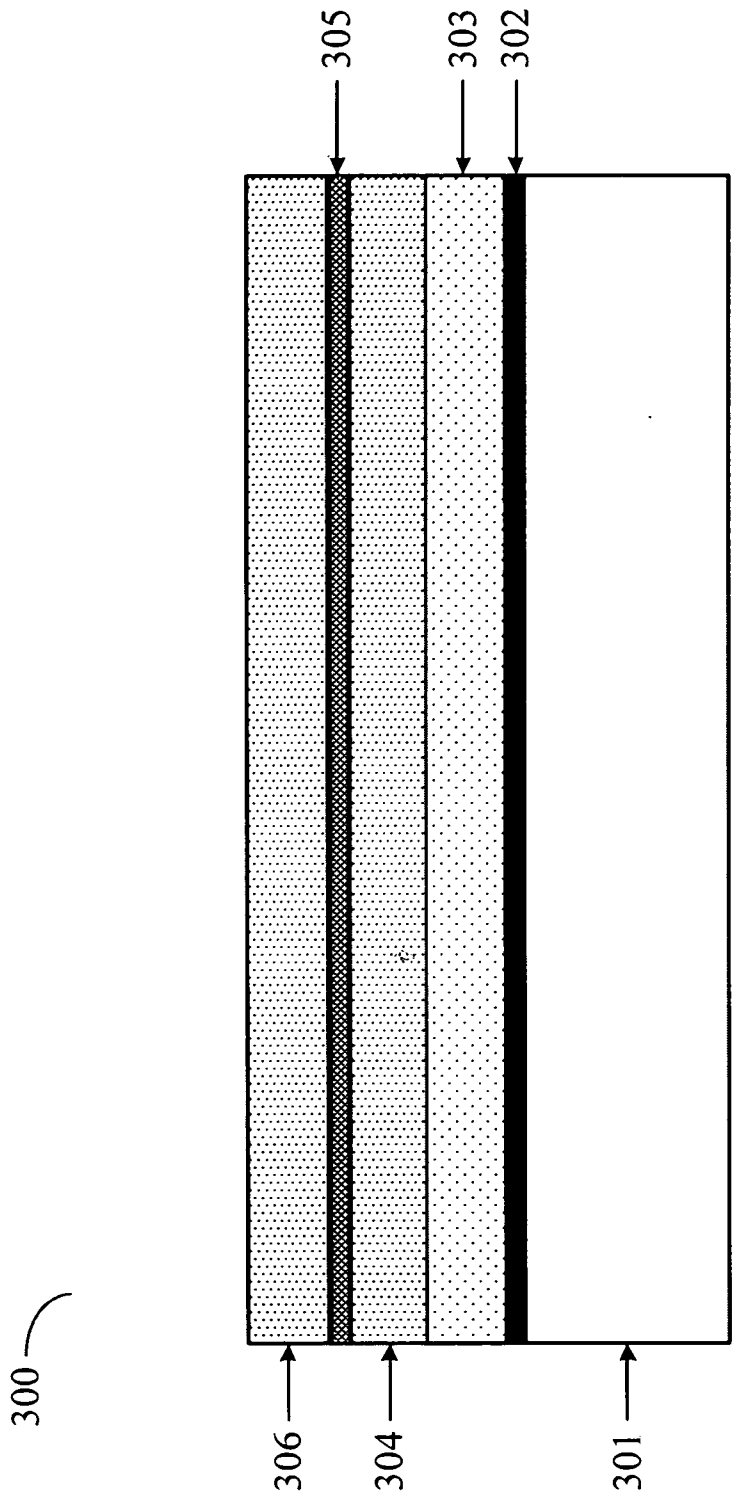


圖 3

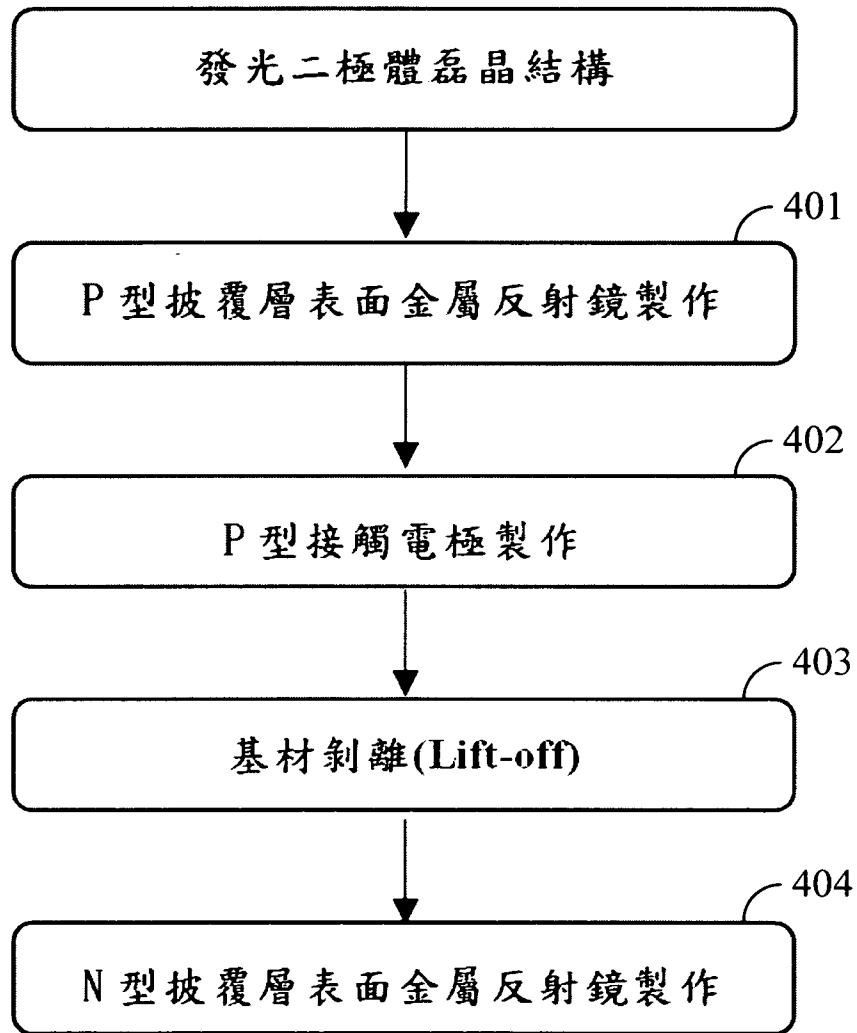


圖 4

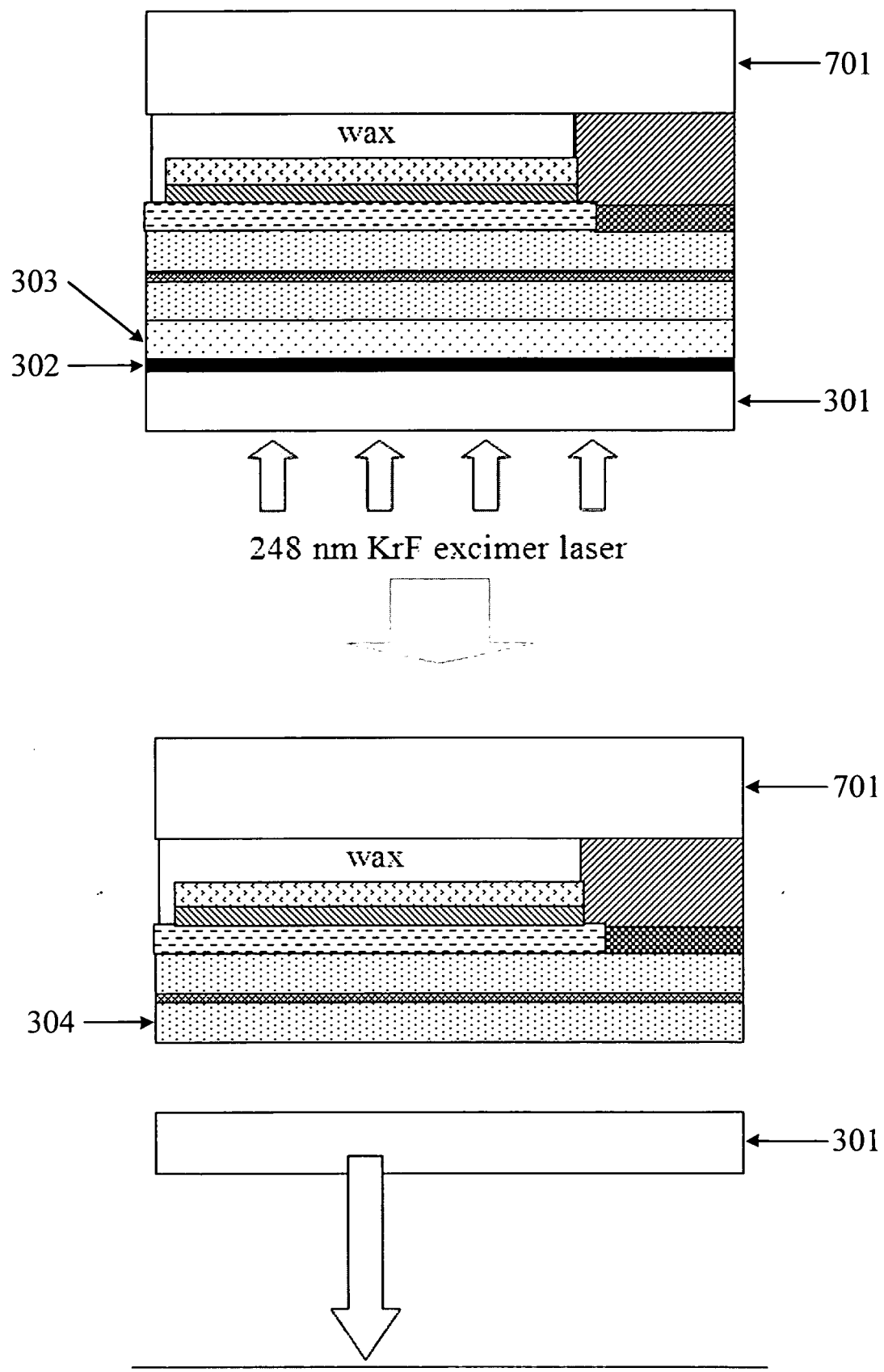


圖 7

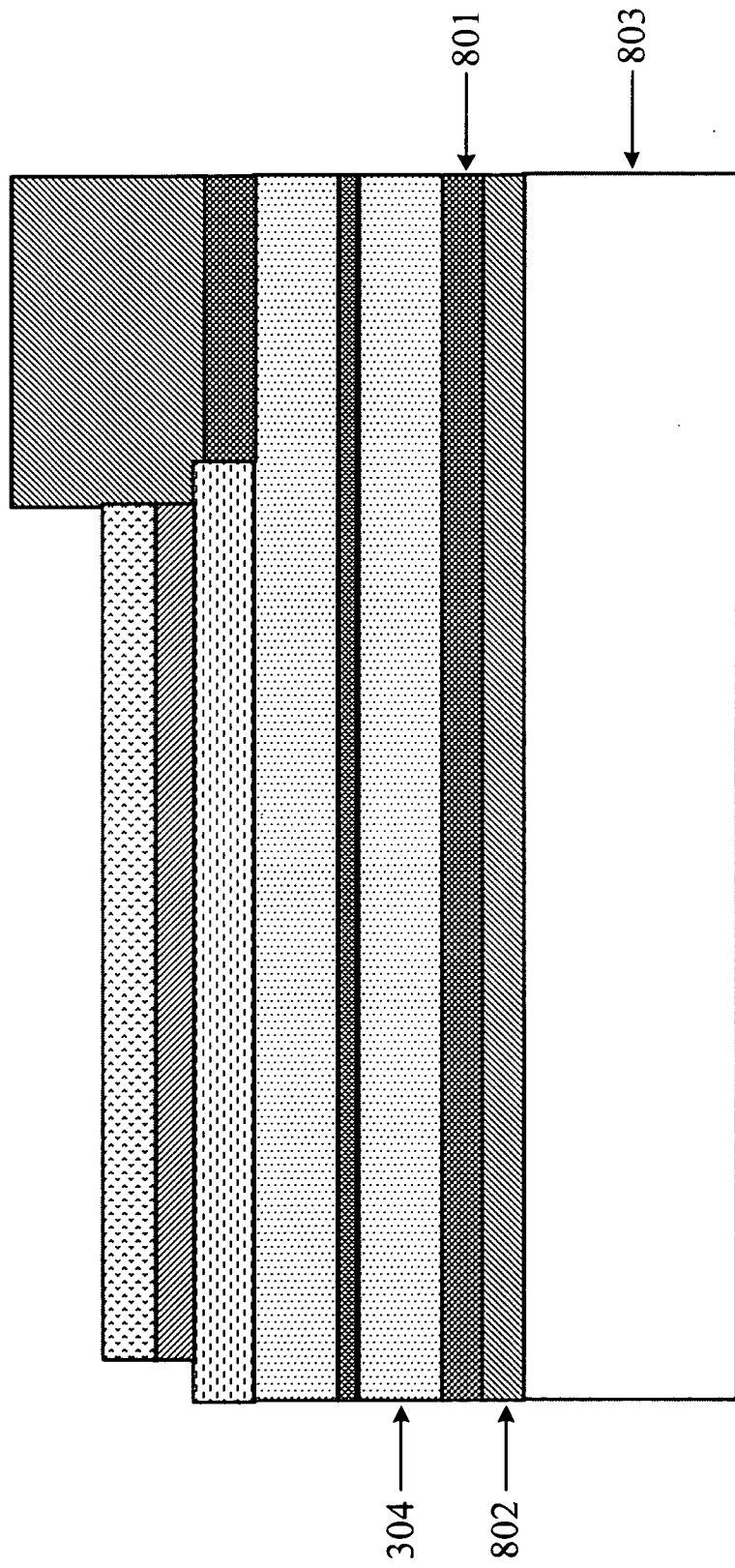


圖 8

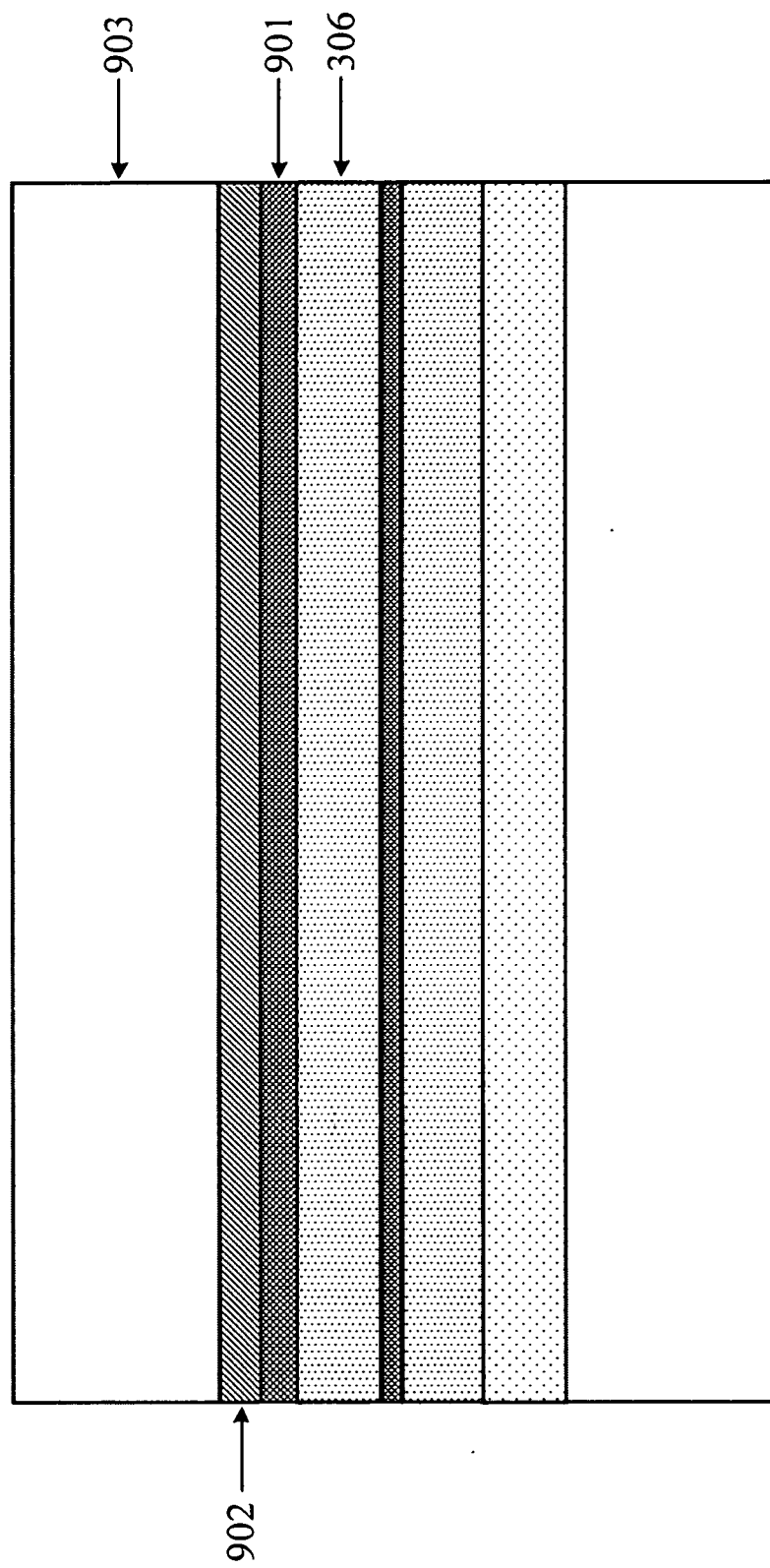


圖 9

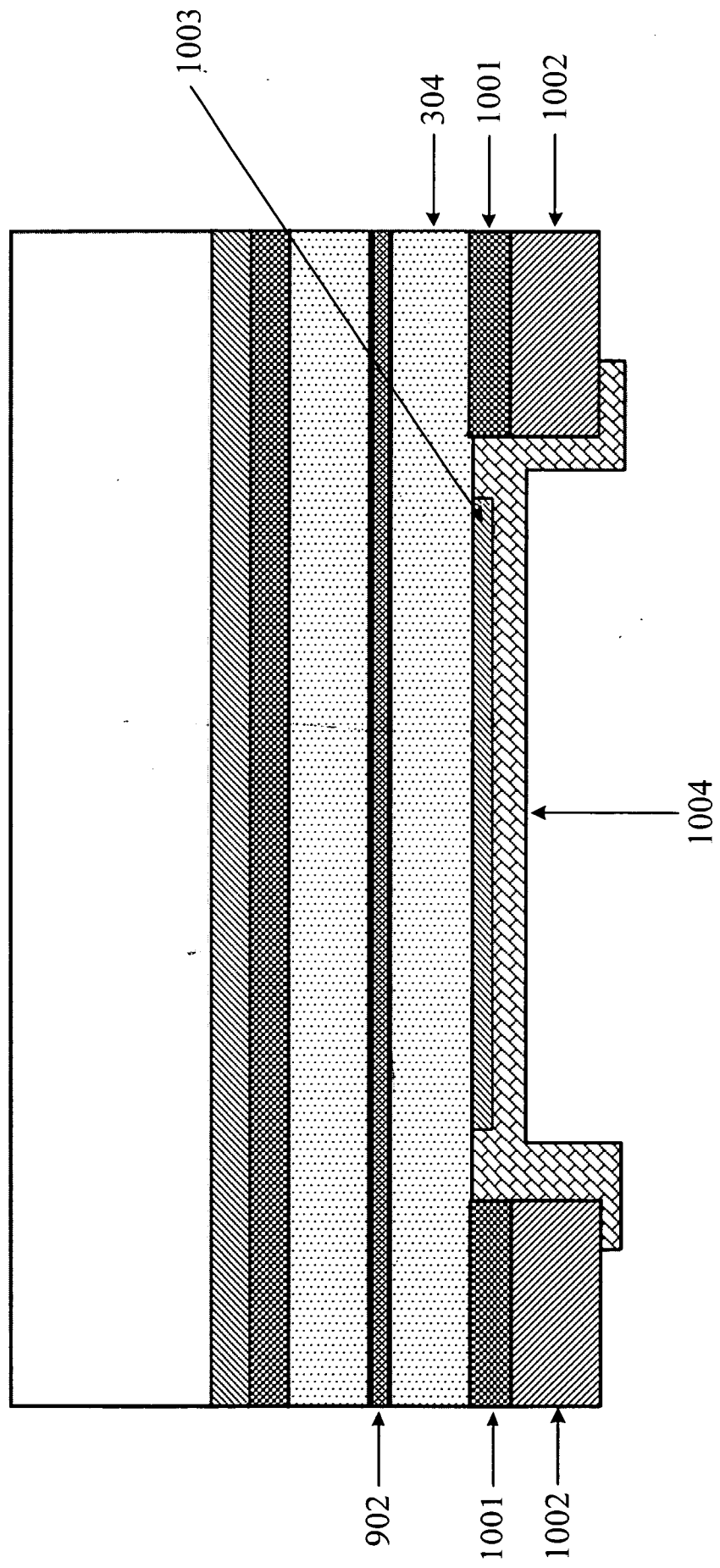


圖 10