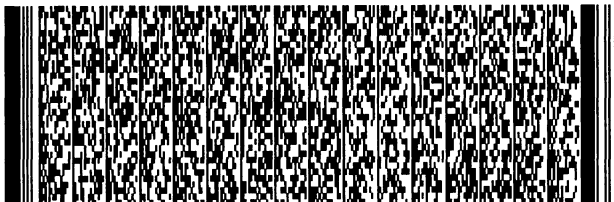


申請日期： 93-3-19	IPC分類 H01L ²³ /00
申請案號： 93107439	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書 200532938

一、 發明名稱	中文	發光二極體及其製造方法
	英文	Light emitting diode and fabrication method thereof
二、 發明人 (共5人)	姓名 (中文)	1. 葉文勇 2. 蔡政達 3. 卓昌正
	姓名 (英文)	1. YEH WEN-YUNG 2. TSAY JENQ-DAR 3. CHUO CHANG-CHENG
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 新竹縣湖口鄉和興村3鄰中山路三段205號 2. 台北縣板橋市中正路253巷14號 3. 彰化縣田中鎮北路里9鄰富樂街83號
	住居所 (英文)	1. 2. 3.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 財團法人工業技術研究院
	名稱或 姓名 (英文)	1. INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段一九五號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 翁政義
	代表人 (英文)	1. Weng, Cheng-I



申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人 (共5人)	姓名 (中文)	4. 許榮宗 5. 祁錦雲
	姓名 (英文)	4. HSU JUNG-TSUNG 5. CHI JIM-YONG
	國籍 (中英文)	4. 中華民國 TW 5. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	4. 新竹市光復路二段298巷9弄6號5樓 5. 台中市大雅路100巷1弄28號
	住居所 (英文)	4. 5.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	
	名稱或 姓名 (英文)	
	國籍 (中英文)	
	住居所 (營業所) (中文)	
	住居所 (營業所) (英文)	
	代表人 (中文)	
	代表人 (英文)	



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。



五、發明說明 (1)

【發明所屬之技術領域】

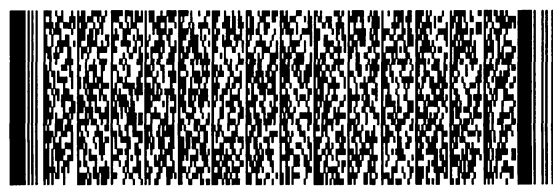
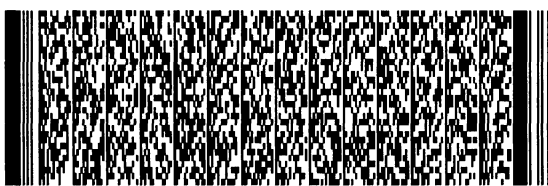
本發明係有關於一種發光二極體及其製造方法，且特別有關於一種特殊結構之發光二極體及其製造方法，以提高其發光效率。

【先前技術】

發光二極體 (light emitting diode, 簡稱LED) 為一種固態元件，可產生在光譜中特定波長區域的光，常用來作為指示燈、照明設備與顯示器。

第1圖為一常見之發光二極體結構，包括基材10、發光二極體晶粒20、n型歐姆接觸電極30與p型歐姆接觸電極40，其中發光二極體晶粒20包括n型半導體層21、活化層22與p型半導體層23，且n型歐姆接觸電極30與p型歐姆接觸電極40分別與n型半導體層21與p型半導體層23電性連接，而出光面為發光二極體晶粒20之上表面，但如第1圖所示，n型歐姆接觸電極30與p型歐姆接觸電極40皆位於發光二極體晶粒20之上表面，此結構會使得發光二極體晶粒20所發出的光被n型歐姆接觸電極30與p型歐姆接觸電極40遮住，使得發光二極體之整體發光效率下降。此外，如第2圖所示，n型歐姆接觸電極30可位於基材10之下表面，此時之基材10必須為導電材料才可使n型半導體層21與n型歐姆接觸電極30電性接觸，但發光二極體晶粒20所發出的光依然會被p型歐姆接觸電極40遮住，同樣地也會使發光二極體之整體發光效率下降。

而上述之問題可藉由覆晶 (flip chip) 技術解決，

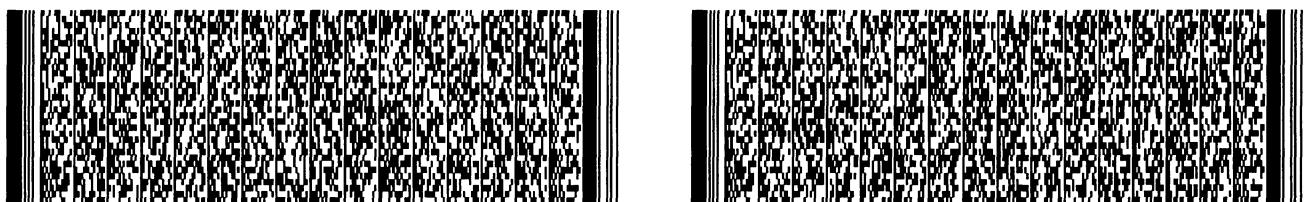


五、發明說明 (2)

如第3圖所示，就是將第1圖中之發光二極體之結構上下顛倒，使n型歐姆接觸電極30與p型歐姆接觸電極40位於最下方，作為發光面的基材10位於最上方，由於基材本身為透明材質且其上表面並無遮光物質存在，並且有p型反射層可將往下的光反射向上，故可提高發光二極體之整體發光效率。

此外，由於發光二極體的折射率通常大於外界（如空氣）的折射率，且習知發光二極體的形狀主要為立方體，因此，當發光二極體所產生的光到達與空氣之界面時，大於臨界角的光就會全反射到發光二極體內部，且發光二極體又為界面皆相互平行的立方體，使得大於臨界角的光線只能一直在內部全反射而無法向外發射出，導致發光二極體之整體發光效率下降。

為解決上述問題，惠普（HP）公司發展出一種截頭倒置塔型發光二極體（truncated inverted pyramid LED，簡稱TIP LED），利用直接切割的方式將發光二極體晶粒側面加工成倒金字塔型，使其側面不再是相互平行的面，以使光線可有效地引出晶粒外進而以提高發光效率。此TIP LED之相關文獻及專利如下：M. R. Krames et al., Appli. Phys. Lett. 75(16), 2365, 1999、美國專利第6, 229, 160號與美國專利第6, 323, 063號。但此方式只能用在容易加工（如切割）的材料上，如AlGaInP/GaP，但常見之白光發光二極體通常為氮化鎵發光二極體，其基板大多為藍寶石（sapphire）基板，而藍寶石基板相當堅硬不易



五、發明說明 (3)

加工，故無法利用此方式來改善發光效率。

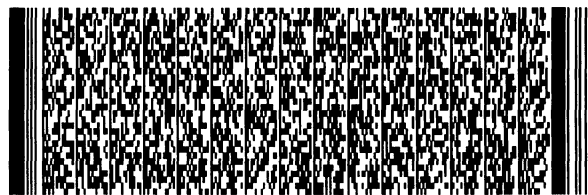
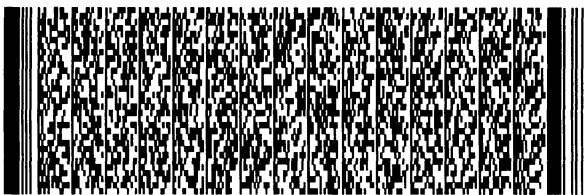
此外，CREE利用較易加工的碳化矽(SiC)基板取代氮化鎵發光二極體的藍寶石基板，也成功地將氮化鎵發光二極體做成TIP形狀(Compound Semiconductor, 7(1), 7, 2001)，但氮化鎵與碳化矽之晶格並不匹配且碳化矽在短波長範圍其對光的吸收係數會增大，反而會使發光效率減低。

除利用倒金字塔型之發光二極體外，還有利用表面紋理(surface texture)結構的設計來改變出光角度以提高發光效率。

美國專利第6,133,589號提出在藍寶石基板或氮化鋁鎵銦層上形成表面紋理後再繼續成長磊晶，當光到達此表面紋理時，此表面紋理可改變光的方向使出光率增加。但藍寶石基板的硬度相當高，要形成表面紋理相當困難；而氮化鋁鎵銦層上雖可形成表面紋理，但卻會導致磊晶品質不佳的問題。

另外，在美國專利第6,258,618號中是直接將表面紋理做在p型半導體層上，但這會使得p型半導體層不再是一平坦表面而導致電阻升高，而且因為p型半導體層並不厚，所以在p型半導體層上製作表面紋理時常會挖穿p型半導體層，造成發光層發光區域減少或電子電動表面結合(surface recombination)的現象，影響整體發光二極體的效能。

此外在Compound Semiconductor January 2002.



五、發明說明 (4)

(Schmid et al., Windisch et al.) 中也曾報導藉由晶片接合 (wafer bonding) 的方式將電極放在承載層 (carrier layer) 與半導體層間，並藉由剝落法 (lift-off) 形成無電極出光面，再於此出光面上形成表面紋理以增加出光效率。但此方式雖可以解決p型半導體層不再是一平坦表面而導致電阻升高的問題，但在製作表面紋理還是會有挖穿至下一層的可能性，而影響整體發光二極體的效能，此外，由於此技術還需要多製作一層承載層，所以也會使製程更加複雜。

所以業界亟需提出一種可以解決上述問題的發光二極體與其製法來提高發光效率。

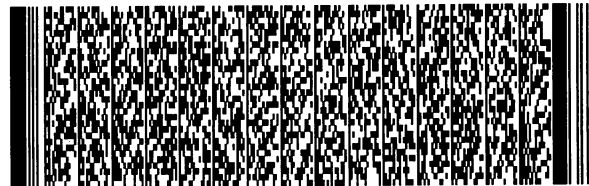
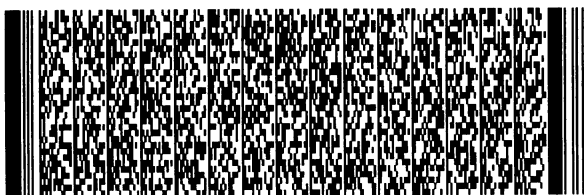
【發明內容】

有鑑於此，本發明的目的之一就是提供一種發光二極體，以提高其發光效率。

為達上述目的，本發明提供一種發光二極體，包括：一發光二極體晶粒包括一n型半導體層、一活化層與一p型半導體層；一n型歐姆接觸電極與上述n型半導體層電性連接；一p型歐姆接觸電極與上述p型半導體層電性連接；以及一氮化鋁銦鎵厚膜位於上述發光二極體晶粒上，且此氮化鋁銦鎵厚膜具有一斜側面與一紋理化的上表面。

本發明之發光二極體具有下列優點：

1. 由於本發明之發光二極體為覆晶結構，且以氮化鋁銦鎵厚膜為出光面，故在氮化鋁銦鎵厚膜上方並無歐姆接觸電極等其它非透光物將光遮住，故可提高發光二極體的



五、發明說明 (5)

整體發光效率。

2. 由於作為出光面的氮化鋁銦鎵厚膜的側面具有斜度，可降低全反射而使發光二極體的整體發光效率提高。

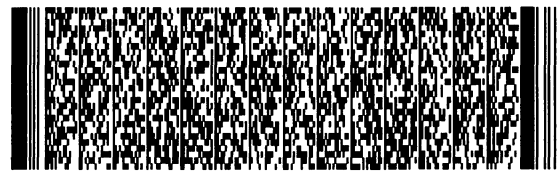
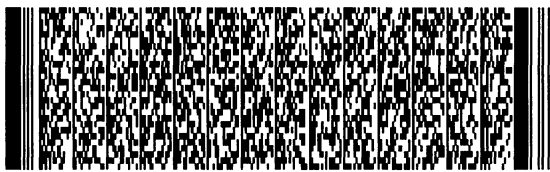
3. 由於作為出光面的氮化鋁銦鎵厚膜其上表面具有表面紋理 (surface texture)，以提高發光二極體的整體發光效率。

4. 由於氮化鋁銦鎵厚膜的厚度遠大於一般氮化鎵層的厚度，故可減低製作表面紋理時表面紋理深過此層的機率。

此外，本發明的另一目的就是提供一種發光二極體的製造方法，以更容易製造出高發光效率的發光二極體。

為達上述目的，本發明尚提供一種發光二極體的製造方法，包括：提供一基板；形成一第一圖案於上述基板上；利用磊晶法形成一具有斜側面的氮化鋁銦鎵厚膜於上述第一圖案上，且此氮化鋁銦鎵厚膜具有一第一平台表面；形成一發光二極體晶粒於上述氮化鋁銦鎵厚膜的第一平台表面上，且此發光二極體晶粒包括一n型半導體層、一活化層與一p型半導體層；形成一n型歐姆接觸電極與上述n型半導體層電性連接；形成一p型歐姆接觸電極與上述p型半導體層電性連接；將上述結構上下錯置；移除上述基板以露出上述氮化鋁銦鎵厚膜之一第二平台表面；以及紋理化 (texture) 上述第二平台表面以形成一紋理化的表面。

本發明之發光二極體具有下列優點：



五、發明說明(6)

習知之氮化鎵發光二極體基板硬度高，要利用切割方式形成斜側面相當不易；而由於本發明之氮化鋁銦鎵厚膜形成後自然就具有斜側面，並不需額外加工（如切割），故可簡化製程、提升良率與降低製作成本。

【實施方式】

為使本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉出較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。此外，本實施方式會在許多例子中重複使用相同的符號與/或名稱，這是為了簡化與清楚描述，並不是表示這些組成之間有關係。

本發明之發光二極體的結構

第4圖為本發明發光二極體100之結構剖面圖，包括氮化鋁銦鎵厚膜110與發光二極體晶粒120。其中發光二極體晶粒120包括n型半導體層121、活化層122與p型半導體層123，且n型歐姆接觸電極130與n型半導體層121電性連接，p型歐姆接觸電極140與p型半導體層電性連接123，此外，位於發光二極體晶粒120上的氮化鋁銦鎵厚膜110具有斜側面111與紋理化的上表面112。其中具有斜側面111與紋理化的上表面112的氮化鋁銦鎵厚膜110為本發明最重要的特徵。

氮化鋁銦鎵厚膜110所具之斜側面111有下列特徵：氮化鋁銦鎵厚膜110的成分為氮化鋁銦鎵 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{N}$ ， $0 \leq x, y < 1, 0 \leq x+y < 1$)，其中氮化鋁銦鎵之鋁、銦、鎵各金屬比例並非固定值，所以此層非由單一化合物所組



五、發明說明 (7)

成，故稱為氮化鋁銦鎵厚膜。氮化鋁銦鎵厚膜110的厚度大於 $20\ \mu\text{m}$ ，且較佳為 $20\ \mu\text{m}-100\ \mu\text{m}$ ，比一般發光二極體之氮化鎵層來得厚，故稱為厚膜，此較厚之厚度是為了防止表面紋理過深而穿過此層，並增加出光視窗大小。氮化鋁銦鎵厚膜110的內徑大於 $150\ \mu\text{m}$ ，且較佳為 $200\ \mu\text{m}-1000\ \mu\text{m}$ ，底部的形狀為多邊形（如四邊形或六邊形）、圓形或橢圓形，底部與斜側面111之夾角為 $43\sim 62^\circ$ 。

此外，氮化鋁銦鎵厚膜110所具有的紋理化的上表面112有下列特徵：紋理化的上表面112為凸狀結構或凹狀結構，且此凸狀結構或凹狀結構的形狀為多邊形、圓形或橢圓形，如第5A~5D圖所示之氮化鋁銦鎵厚膜110之紋理化的上表面112依序為三角形凸狀結構、三角形凹狀結構、圓形凸狀結構與圓形凹狀結構，且此形狀的尺寸小於發光二極體晶粒120的尺寸且約為 $1\text{nm}\sim 500\ \mu\text{m}$ 。此外，凸狀結構或凹狀結構的側面與底部呈垂直或傾斜，如第6A~6H圖所示，其中第6A圖為氮化鋁銦鎵厚膜110之紋理化的上表面112之凸狀結構與底部垂直之剖面圖、第6B~6D圖為氮化鋁銦鎵厚膜110之紋理化的上表面112之凸狀結構與底部傾斜之剖面圖、第6E圖為氮化鋁銦鎵厚膜110之紋理化的上表面112之凹狀結構與底部垂直之剖面圖、第6F~6H圖為氮化鋁銦鎵厚膜110之紋理化的上表面112之凹狀結構與底部傾斜之剖面圖。此外，此凸狀結構或凹狀結構重覆出現，而重覆出現之週期小於該發光二極體晶粒的尺寸，此週期為約 $1\text{nm}\sim 500\ \mu\text{m}$ 。此外，此凸狀結構或凹狀結構之



五、發明說明 (8)

高度差小於氮化鋁銦鎵厚膜110之厚度，否則會挖穿氮化鋁銦鎵厚膜110使此元件受損，且此凸狀結構或凹狀結構之高度差為1nm至氮化鋁銦鎵厚膜之厚度。

本發明之發光二極體的製造方法

第7A~7F圖為一系列剖面圖，用以說明本發明發光二極體的製造方法。首先提供基板105，接著在基板105上形成第一圖案，如第7A圖所示，再利用磊晶法形成具有斜側面111的氮化鋁銦鎵厚膜110於第一圖案上，且此氮化鋁銦鎵厚膜110具有第一平台表面113，如第7B圖所示。接著形成發光二極體晶粒120於氮化鋁銦鎵厚膜110之第一平台表面113上，此發光二極體晶粒120包括n型半導體層121、活化層122與p型半導體層123，再形成n型歐姆接觸電極130與n型半導體層121電性連接以及形成p型歐姆接觸電極140與p型半導體層123電性連接，如第7C圖所示。接著提供下底板 (submount) 150，在下底板150上具有第一凸塊 (bump) 151與第二凸塊152，再將上述本發明之發光二極體結構上下錯置，將n型歐姆接觸電極130與第一凸塊 (bump) 151電性連接且將p型歐姆接觸電極140與第二凸塊 (bump) 152電性連接，如第7D圖所示。接著將基板105移除，以露出氮化鋁銦鎵厚膜110之第二平台表面114，如第7E圖所示。再紋理化 (texture) 所露出的氮化鋁銦鎵厚膜110之第二平台表面114，以形成一紋理化的表面112，如第7F圖所示。

如上所述，其中之基板105可為藍寶石 (sapphire)



五、發明說明 (9)

基板、碳化矽 (SiC) 基板、矽 (Si) 基板、砷化鎵 (GaAs) 基板或氮化鋁 (AlN) 基板等。而在基板105上所形成的第一圖案可為多邊形、圓形或橢圓形等圖形，且其中之多邊形可為四邊形或六邊形，且圖案的內徑大於150 μm ，且較佳為200 μm -1000 μm ，此圖案將決定之後形成之氮化鋁銦鎵厚膜110的底部圖案。

此外，此氮化鋁銦鎵厚膜110為氮化鋁銦鎵厚膜 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{N}$ ， $0 \leq x, y < 1$ ， $0 \leq x+y < 1$)，是由磊晶法所形成的，如氫化物氣相磊晶法 (hydride vapor phase epitaxy，簡稱HVPE) 等，藉由控制HVPE磊晶成長的各式參數來形成斜側面111，使此氮化鎵混成厚膜110在形成後自然具有斜側面111。由於此氮化鋁銦鎵厚膜110是形成於基板105之第一圖案上，所以若此第一圖案為四邊形，所形成的氮化鋁銦鎵厚膜110就如倒金字塔型；若此第一圖案為六邊形，所形成的氮化鋁銦鎵厚膜110就如第8圖所示之圖形。由於氮化鋁銦鎵厚膜110的厚度大於20 μm ，且較佳為20 μm -100 μm ，比一般氮化鎵發光二極體之厚度還厚，利於之後之表面紋理化 (surface texture) 步驟。而此氮化鋁銦鎵厚膜110的內徑大於150 μm ，且較佳為200 μm -1000 μm ，且其底部與斜側面111之夾角為43~62°，此夾角是在磊晶時所自然形成的，且此夾角與氮化鋁銦鎵厚膜110晶格排列相關。

此外，發光二極體晶粒120是利用習知的發光二極體晶粒形成方法所形成，如金屬有機化學氣相沉積法



五、發明說明 (10)

(metal organic chemical vapor deposition, 簡稱 MOCVD) 等。接下來, 為要將氮化鋁銦鎵厚膜110之表面紋理化, 故必須將基板105 移除以使被紋理化的表面露出, 此移除基板105 的步驟可利用雷射剝離法、乾式蝕刻法或濕式蝕刻法等方式進行, 以將氮化鋁銦鎵厚膜110之第二平台表面114 露出, 以進行之後的表面紋理化 (surface texture) 步驟。

最後對所露出的氮化鋁銦鎵厚膜110之第二平台表面114 進行表面紋理化 (surface texture) 步驟, 此步驟包括先在此第二平台表面114 形成第二圖案 (未顯示), 如利用光罩製程、電子束微影術、干涉式微影術等, 此第二圖案為多邊形、圓形或橢圓形, 且圖案的尺寸小於該發光二極體晶粒的尺寸, 如約為 $1\text{nm} \sim 500 \mu\text{m}$; 接著再立體化上述第二圖案, 如利用蝕刻或切割的方式立體化上述第二圖案, 使氮化鋁銦鎵厚膜110的第二平台表面114 形成一紋理化的表面112, 此紋理化的表面為凸狀結構或凹狀結構, 如第5A~5D圖所示, 且此凸狀結構或凹狀結構的側面與底部呈垂直或傾斜狀, 如第6A~6H圖所示, 且其高度差小於氮化鋁銦鎵厚膜110之厚度, 否則會挖穿氮化鎵混成厚膜110, 此高度差約為 $1\text{nm} \sim$ 氮化鋁銦鎵厚膜之厚度。此外, 此凸狀結構或該凹狀結構重覆出現, 且重覆出現之週期小於該發光二極體晶粒的尺寸, 其中此週期約為 $1\text{nm} \sim 500 \mu\text{m}$ 。

而第9圖所示即為在氮化鎵膜上製作凹凸狀結構的電



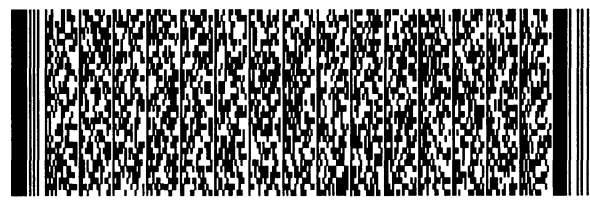
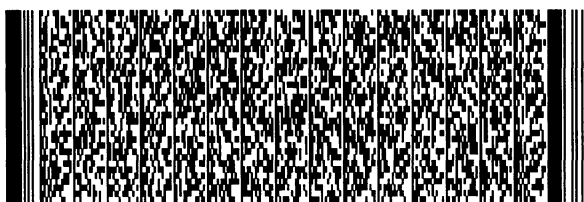
五、發明說明 (11)

子顯微鏡照片，此一試片是先以干涉式微影技術在光阻上形成週期為約330 nm，尺寸為約300nm的凹凸狀圖案，再經由反應式離子蝕刻等相關製程所得到之凹凸狀結構，其高低差為約200nm左右。由此結果可知，在氮化鎵系列材料上製作凹凸狀結構是實際可行的。

而第10圖為藉由上述之雷射剝離法，將氮化鋁銦鎵厚膜110之第二平台表面114露出，所得到之TIP型晶粒的SEM照片，此圖顯示藉由雷射剝離法的確可將氮化鋁銦鎵厚膜與氧化鋁基板分開，露出氮化鋁銦鎵厚膜110之第二平台表面114，以進行之後的表面紋理化 (surface texture) 步驟。

最後再經過切割上底板 (submount) 之步驟 (未顯示) 即可直接得到在上底板 (submount) 上封裝好之分離的一顆顆表面紋理化之出光面之TIP型覆晶晶粒，這樣不但可簡化晶粒切割步驟、增加良率與降低生產成本的效益，還可直接得到覆晶型式晶粒，使得晶粒散熱及出光等問題獲得更佳的改善效果，提升發光二極體整體的發光效率。

雖然本發明已揭露較佳實施例如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



圖式簡單說明

第1圖為一剖面圖，用以說明習知發光二極體之結構。

第2圖為一剖面圖，用以說明習知另一發光二極體之結構。

第3圖為一剖面圖，用以說明習知發光二極體之覆晶結構。

第4圖為一剖面圖，用以說明本發明發光二極體之結構。

第5A～5D圖為一系列側視圖，用以說明本發明發光二極體之氮化鋁銦鎵厚膜之紋理化的上表面特徵。

第6A～6H圖為一系列剖面圖，用以說明本發明發光二極體之氮化鋁銦鎵厚膜之紋理化的上表面特徵。

第7A～7F圖為一系列剖面圖，用以說明本發明發光二極體的製造方法。

第8圖為一上視圖，用以說明本發明發光二極體之六邊形氮化鋁銦鎵厚膜結構。

第9圖為一電子顯微鏡照片，用以說明本發明發光二極體之凹凸狀結構的氮化鎵膜。

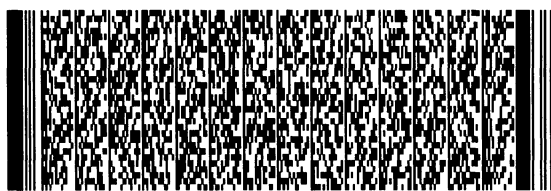
第10圖為一SEM照片，用以說明本發明發光二極體之TIP型晶粒結構。

【符號說明】

10、110～基材

20、120～發光二極體晶粒

21、121～n型半導體層



圖式簡單說明

- 22、122 ~ 活化層
- 23、123 ~ p型半導體層
- 30、130 ~ n型歐姆接觸電極
- 40、140 ~ p型歐姆接觸電極
- 100 ~ 發光二極體
- 105 ~ 基板
- 111 ~ 斜側面
- 112 ~ 紋理化的上表面
- 113 ~ 第一平台表面
- 114 ~ 第二平台表面
- 150 ~ 下底板 (submount)
- 151 ~ 第一凸塊 (bump)
- 152 ~ 第二凸塊 (bump)



四、中文發明摘要 (發明名稱：發光二極體及其製造方法)

一種發光二極體，包括：一發光二極體晶粒包括一n型半導體層、一活化層與一p型半導體層；一n型歐姆接觸電極與上述n型半導體層電性連接；一p型歐姆接觸電極與上述p型半導體層電性連接；以及一氮化鋁銦鎵厚膜位於上述發光二極體晶粒上，且此氮化鋁銦鎵厚膜具有一斜側面與一紋理化的上表面。

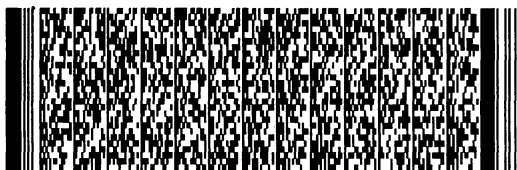
伍、(一)、本案代表圖為：第____4____圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

- 100 ~ 發光二極體
- 110 ~ 基材
- 120 ~ 發光二極體晶粒
- 121 ~ n型半導體層
- 122 ~ 活化層
- 123 ~ p型半導體層
- 130 ~ n型歐姆接觸電極

六、英文發明摘要 (發明名稱：Light emitting diode and fabrication method thereof)

A light emitting diode comprises a light emitting diode crystal and an AlGaInN thick layer. The light emitting diode crystal comprises an n-type semiconductor layer, an active layer and a p-type semiconductor layer. The light emitting diode further comprises an n-type ohmic contact and a p-type ohmic contact electrically connecting to the n-type semiconductor layer and the p-type



四、中文發明摘要 (發明名稱：發光二極體及其製造方法)

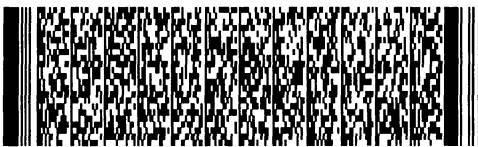
140 ~ p 型 歐 姆 接 觸 電 極

111 ~ 斜 側 面

112 ~ 紋 理 化 的 上 表 面

六、英文發明摘要 (發明名稱：Light emitting diode and fabrication method thereof)

semiconductor layer respectively. The AlGaInN thick layer has oblique sides and a textured surface.



六、申請專利範圍

1. 一種發光二極體，包括：

一發光二極體晶粒包括一n型半導體層、一活化層與一p型半導體層；

一n型歐姆接觸電極與上述n型半導體層電性連接；

一p型歐姆接觸電極與上述p型半導體層電性連接；以及

一氮化鋁化鋁銦鎵厚膜位於上述發光二極體晶粒上，且此氮化鋁化鋁銦鎵厚膜具有一斜側面與一紋理化的上表面。

2. 如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，其中該氮化鋁化鋁銦鎵厚膜為氮化鋁化鋁銦鎵厚膜 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{N}$, $0 \leq X$, $Y < 1$, $0 \leq X+Y < 1$)。

3. 如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，其中該氮化鋁化鋁銦鎵厚膜之厚度大於 $20 \mu\text{m}$ 。

4. 如申請專利範圍第3項所述之發光二極體，其中該氮化鋁化鋁銦鎵厚膜之厚度較佳為 $20 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ 。

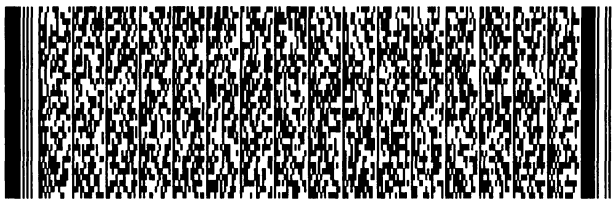
5. 如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，其中該氮化鋁化鋁銦鎵厚膜的內徑大於 $150 \mu\text{m}$ 。

6. 如申請專利範圍第5項所述之發光二極體，其中該氮化鋁化鋁銦鎵厚膜的內徑較佳為 $200 \mu\text{m} \sim 1000 \mu\text{m}$ 。

7. 如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，其中該氮化鋁化鋁銦鎵厚膜之底部的形狀為多邊形、圓形或橢圓形。

8. 如申請專利範圍第7項所述之發光二極體，其中該多邊形為四邊形或六邊形。

9. 如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，其中該



六、申請專利範圍

氮化鋁銦鎵厚膜的底部與斜側面之夾角為 $43 \sim 62^\circ$ 。

10. 如申請專利範圍第1項所述之發光二極體，其中該氮化鋁銦鎵厚膜的紋理化的上表面為一凸狀結構或一凹狀結構。

11. 如申請專利範圍第10項所述之發光二極體，其中該凸狀結構或該凹狀結構的形狀為多邊形、圓形或橢圓形。

12. 如申請專利範圍第10項所述之發光二極體，其中該凸狀結構或該凹狀結構的形狀的尺寸小於該發光二極體晶粒的尺寸。

13. 如申請專利範圍第12項所述之發光二極體，其中該形狀的尺寸為 $1\text{nm} \sim 500 \mu\text{m}$ 。

14. 如申請專利範圍第10項所述之發光二極體，其中該凸狀結構或該凹狀結構的側面與底部呈垂直或傾斜。

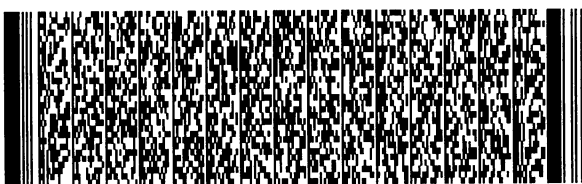
15. 如申請專利範圍第10項所述之發光二極體，其中該凸狀結構或該凹狀結構為一陣列。

16. 如申請專利範圍第15項所述之發光二極體，其中該陣列之週期小於該發光二極體晶粒的尺寸。

17. 如申請專利範圍第16項所述之發光二極體，其中該週期為 $1\text{nm} \sim 500 \mu\text{m}$ 。

18. 如申請專利範圍第10項所述之發光二極體，其中該凸狀結構或該凹狀結構之高度差小於氮化鋁銦鎵厚膜之厚度。

19. 如申請專利範圍第18項所述之發光二極體，其中



六、申請專利範圍

該凸狀結構或該凹狀結構之高度差為1nm至氮化鋁銦鎵厚膜之厚度。

20. 一種發光二極體的製造方法，包括：

提供一基板；

形成一第一圖案於上述基板上；

利用磊晶法形成一具有斜側面的氮化鋁銦鎵厚膜於上述第一圖案上，且此氮化鋁銦鎵厚膜具有一第一平台表面；

形成一發光二極體晶粒於上述氮化鎵混成厚膜的第一平台表面上，且此發光二極體晶粒包括一n型半導體層、一活化層與一p型半導體層；

形成一n型歐姆接觸電極與上述n型半導體層電性連接；

形成一p型歐姆接觸電極與上述p型半導體層電性連接；

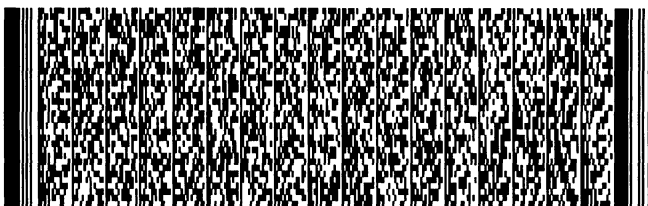
將上述結構上下錯置；

移除上述基板以露出上述氮化鋁銦鎵厚膜之一第二平台表面；以及

紋理化 (texture) 上述第二平台表面以形成一紋理化的表面。

21. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該基板為藍寶石基板、碳化矽基板、矽基板、砷化鎵基板或氮化鋁基板。

22. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造



六、申請專利範圍

方法，其中該第一圖案為多邊形、圓形或橢圓形。

23. 如申請專利範圍第22項所述之發光二極體的製造方法，其中該多邊形為四邊形或六邊形。

24. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該第一圖案的內徑大於 $150\ \mu\text{m}$ 。

25. 如申請專利範圍第24項所述之發光二極體的製造方法，其中該第一圖案的內徑較佳為 $200\ \mu\text{m}\sim 1000\ \mu\text{m}$ 。

26. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該磊晶法為氮化物氣相磊晶法 (hydride vapor phase epitaxy, 簡稱HVPE)。

27. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該氮化鋁銦鎵厚膜為氮化鋁銦鎵厚膜 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{N}$, $0 \leq X, Y < 1, 0 \leq X+Y < 1$)。

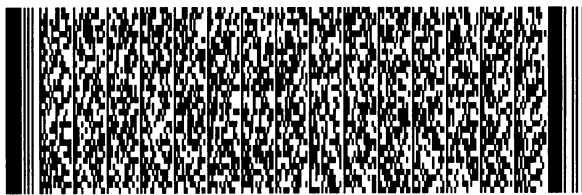
28. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該氮化鋁銦鎵厚膜之厚度大於 $20\ \mu\text{m}$ 。

29. 如申請專利範圍第28項所述之發光二極體的製造方法，其中該氮化鋁銦鎵厚膜之厚度較佳為 $20\ \mu\text{m}\sim 100\ \mu\text{m}$ 。

30. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該氮化鋁銦鎵厚膜的內徑大於 $150\ \mu\text{m}$ 。

31. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該氮化鋁銦鎵厚膜的內徑較佳為 $200\ \mu\text{m}\sim 1000\ \mu\text{m}$ 。

32. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造



六、申請專利範圍

方法，其中該氮化鋁銦鎵厚膜的底部與斜側面之夾角為 43° ~ 62° 。

33. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該形成發光二極體晶粒的方法為金屬有機化學氣相沉積法 (metal organic chemical vapor deposition, 簡稱MOCVD)。

34. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該移除基板的方法為雷射剝離法、乾式蝕刻法或濕式蝕刻法。

35. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該紋理化 (texture) 第二平台表面的步驟包括：

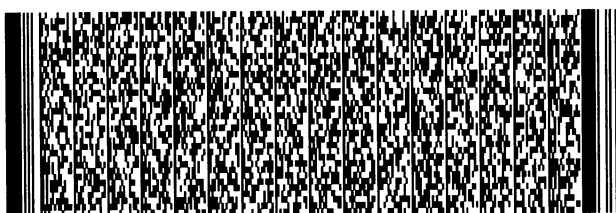
定義出一第二圖案於該第二平台表面上；以及
立體化上述第二圖案。

36. 如申請專利範圍第35項所述之發光二極體的製造方法，其中該在第二平台表面上定義出第二圖案的方法為光罩製程、電子束微影術或干涉式微影術。

37. 如申請專利範圍第35項所述之發光二極體的製造方法，其中該立體化第二圖案的方法為蝕刻或切割。

38. 如申請專利範圍第35項所述之發光二極體的製造方法，其中該第二圖案為多邊形、圓形或橢圓形。

39. 如申請專利範圍第35項所述之發光二極體的製造方法，其中該第二圖案的尺寸小於該發光二極體晶粒的尺寸。



六、申請專利範圍

40. 如申請專利範圍第39項所述之發光二極體的製造方法，其中該第二圖案之尺寸為 $1\text{nm} \sim 500\ \mu\text{m}$ 。

41. 如申請專利範圍第20項所述之發光二極體的製造方法，其中該紋理化的表面為一凸狀結構或一凹狀結構。

42. 如申請專利範圍第41項所述之發光二極體的製造方法，其中該凸狀結構或該凹狀結構的側面與底部呈垂直或傾斜。

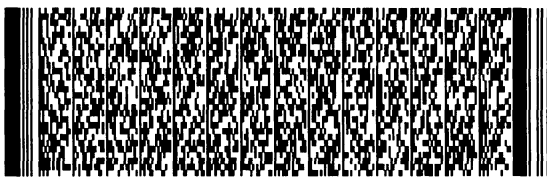
43. 如申請專利範圍第41項所述之發光二極體的製造方法，其中該凸狀結構或該凹狀結構為一陣列。

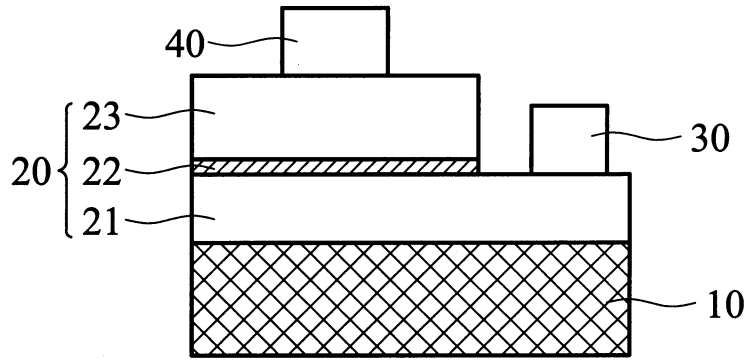
44. 如申請專利範圍第43項所述之發光二極體的製造方法，其中該陣列之週期小於該發光二極體晶粒的尺寸。

45. 如申請專利範圍第44項所述之發光二極體的製造方法，其中該陣列之週期為 $1\text{nm} \sim 500\ \mu\text{m}$ 。

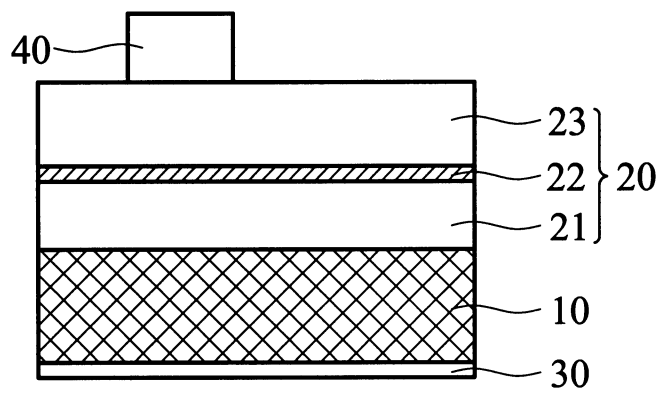
46. 如申請專利範圍第41項所述之發光二極體的製造方法，其中該凸狀結構或該凹狀結構之高度差小於氮化鋁銦鎵厚膜之厚度。

47. 如申請專利範圍第46項所述之發光二極體的製造方法，其中該凸狀結構或該凹狀結構之高度差為 1nm 至氮化鋁銦鎵厚膜之厚度。

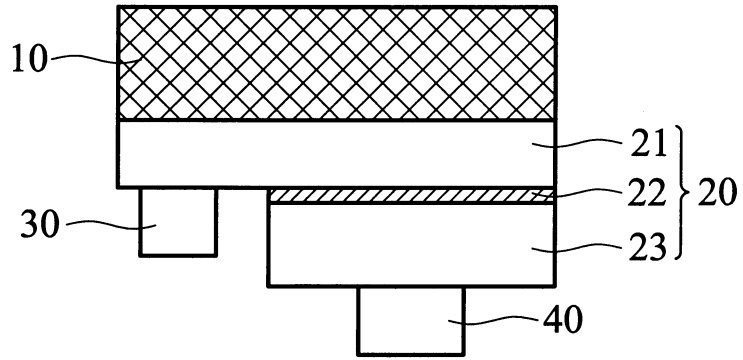




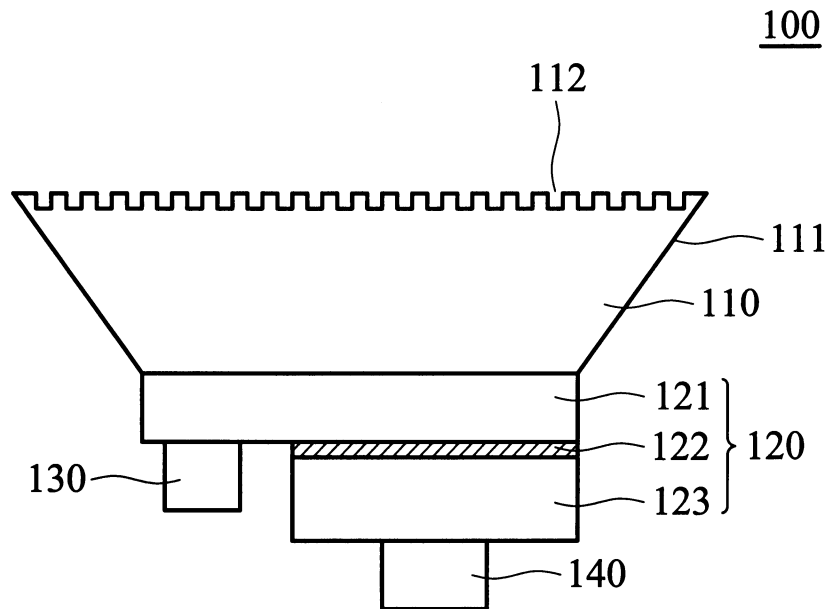
第 1 圖



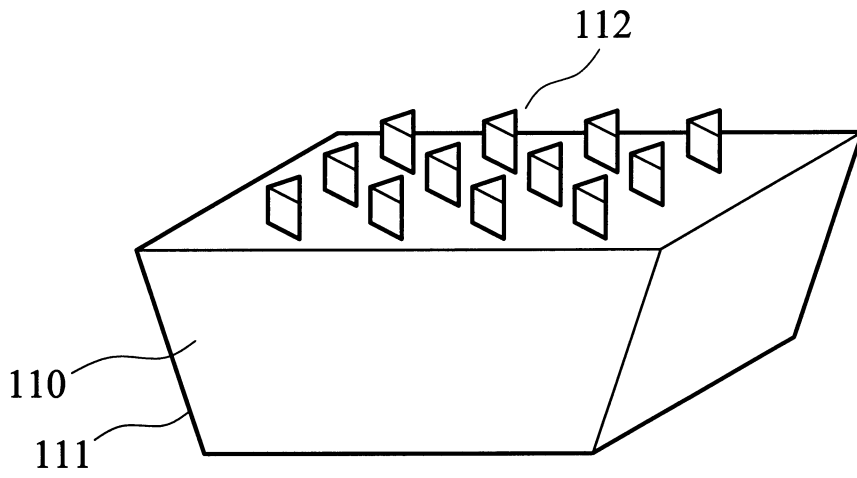
第 2 圖



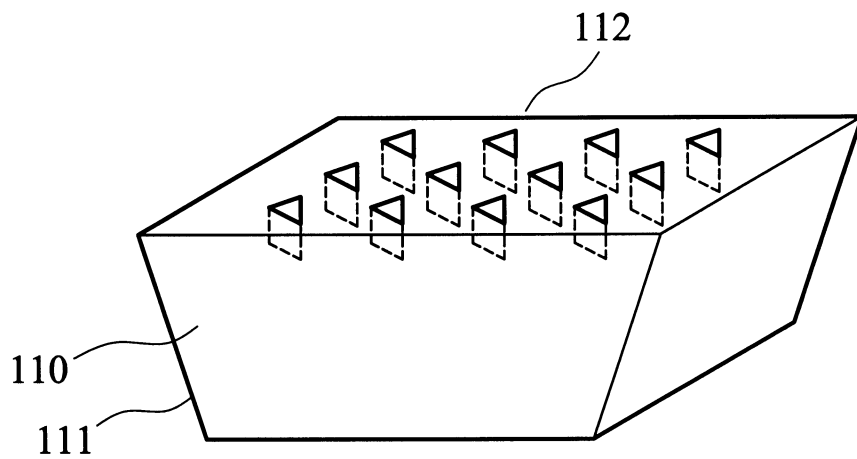
第 3 圖



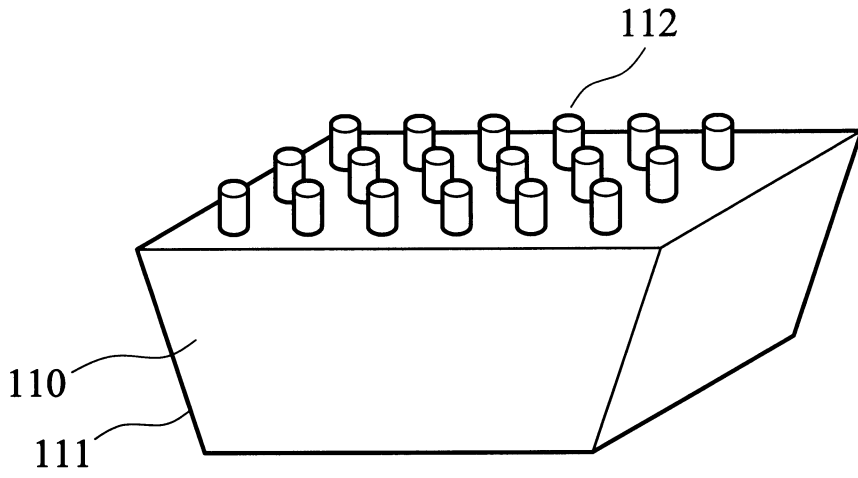
第 4 圖



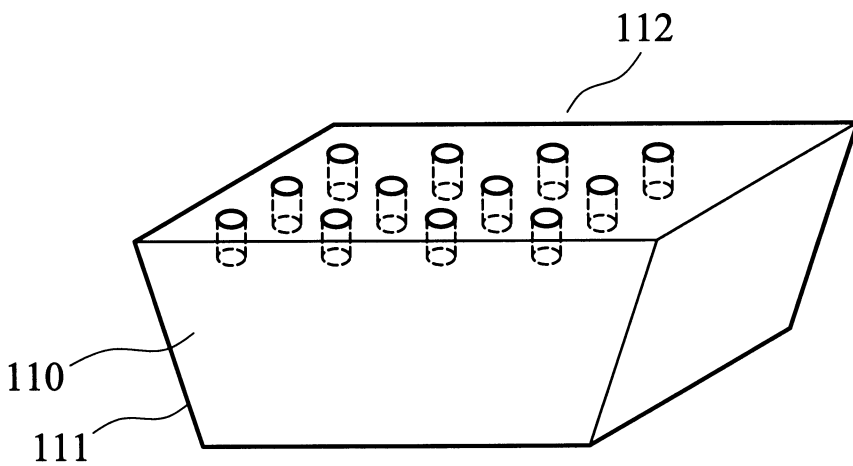
第 5A 圖



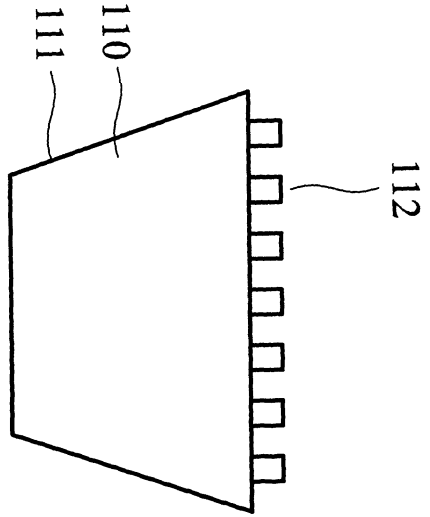
第 5B 圖



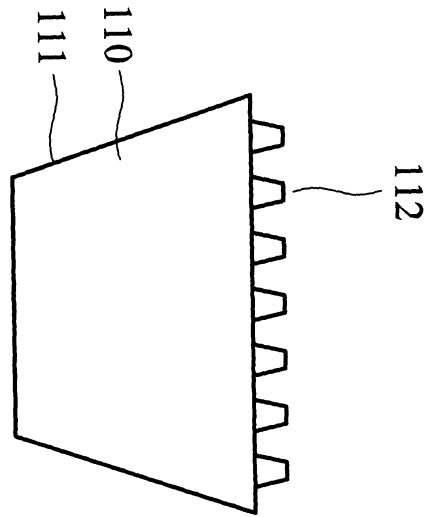
第 5C 圖



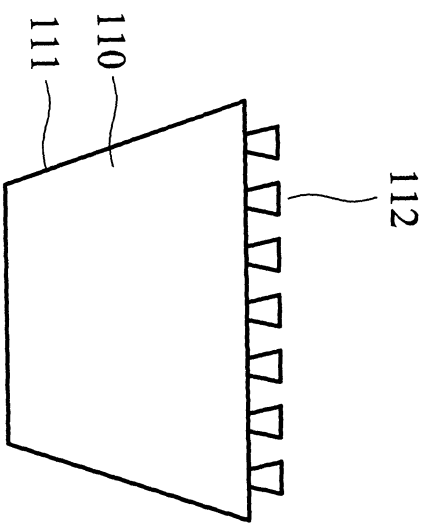
第 5D 圖



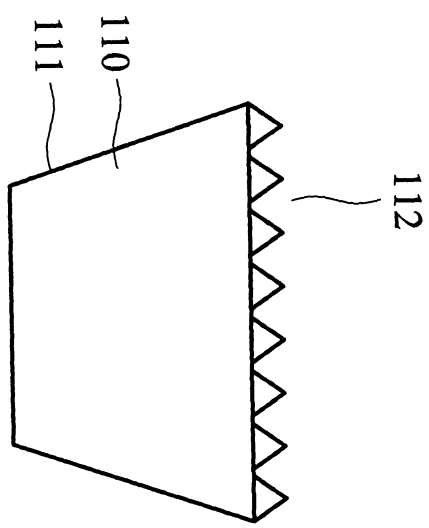
第 6A 圖



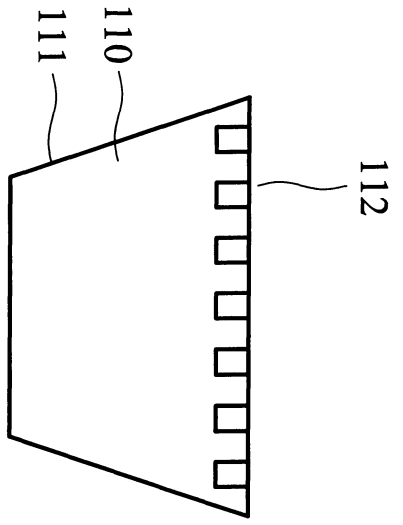
第 6B 圖



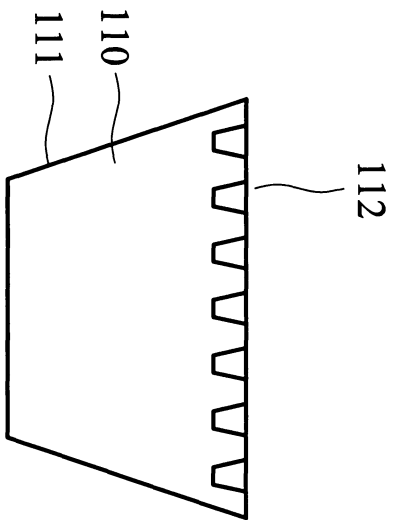
第 6C 圖



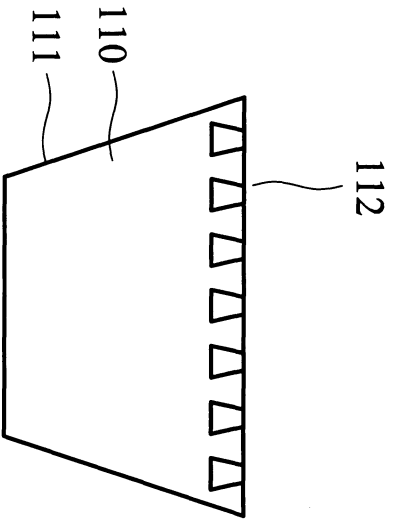
第 6D 圖



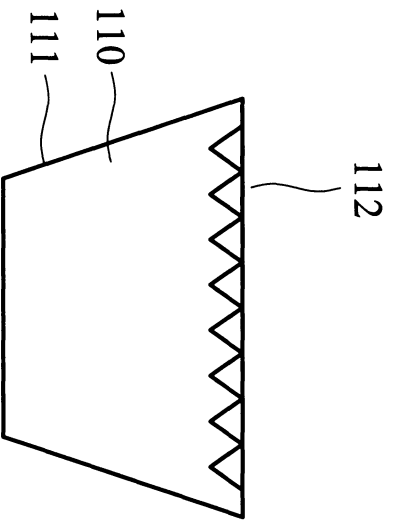
第 6E 圖



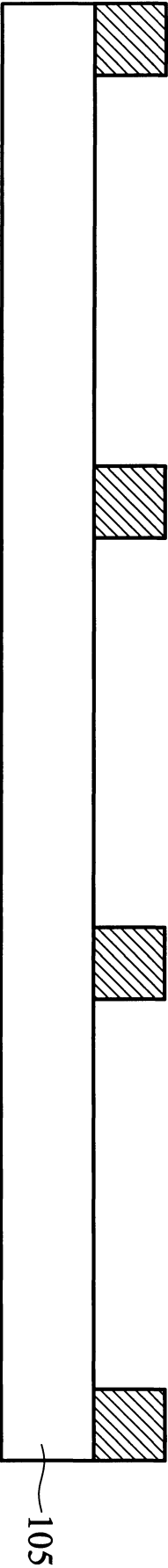
第 6F 圖



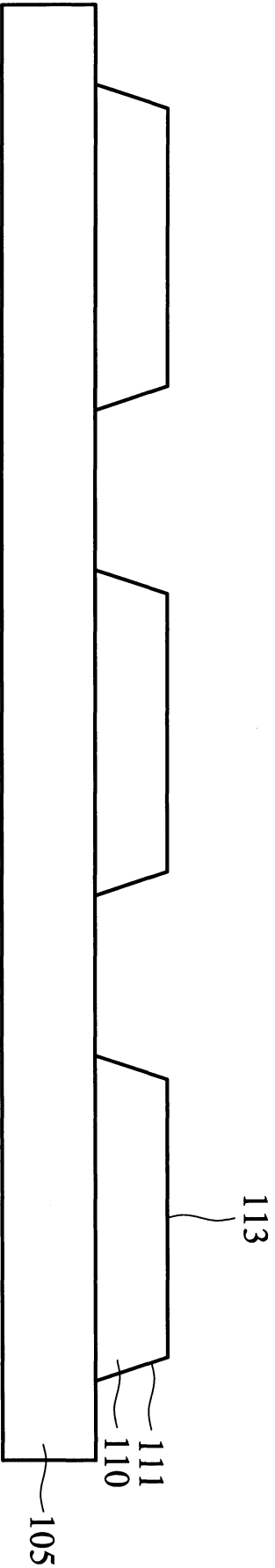
第 6G 圖



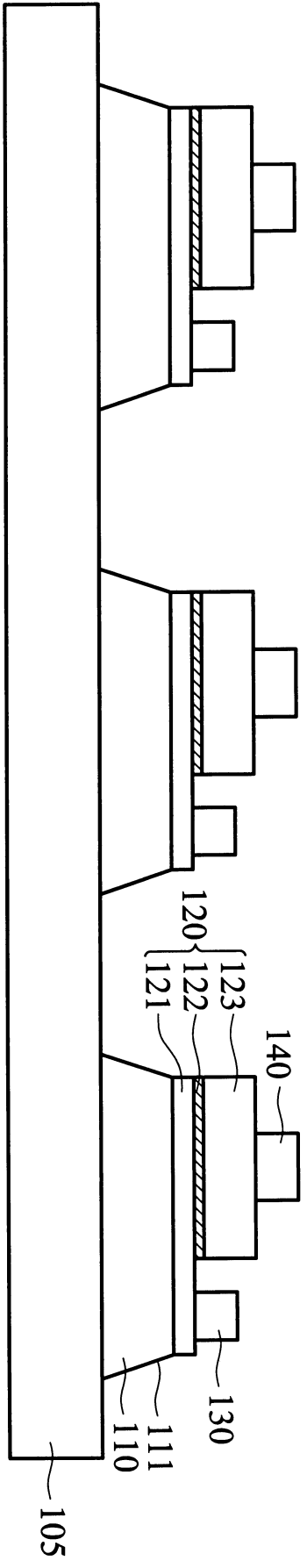
第 6H 圖



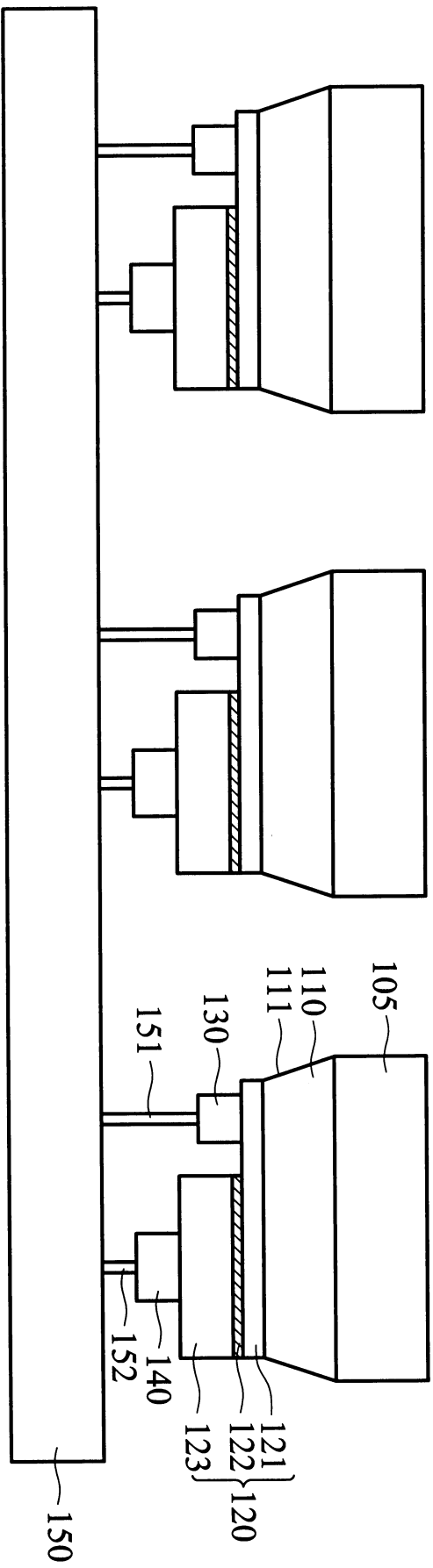
第 7A 圖



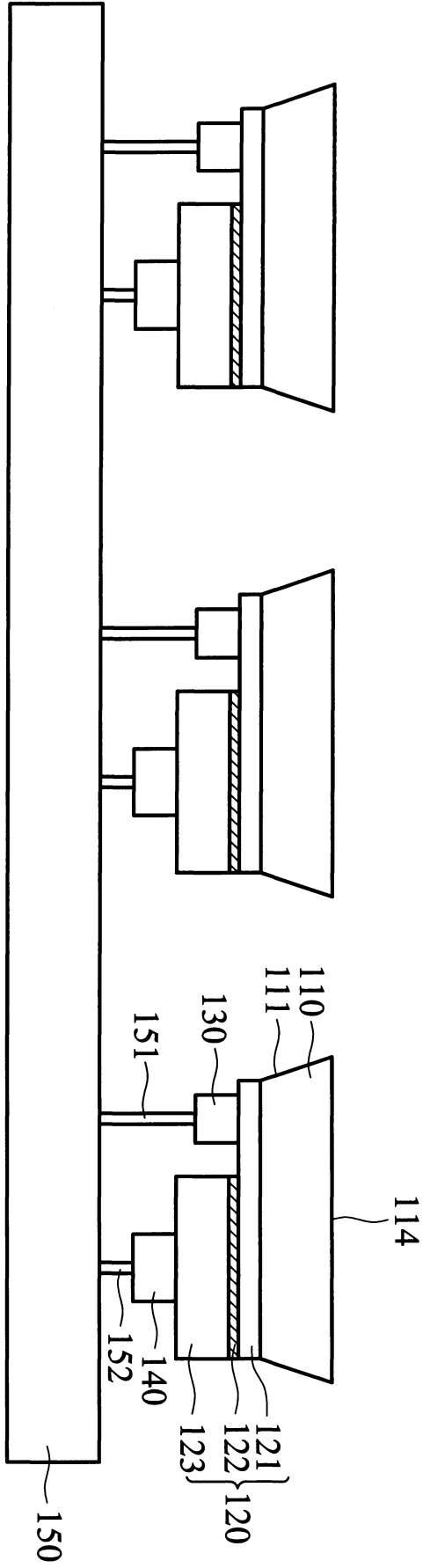
第 7B 圖



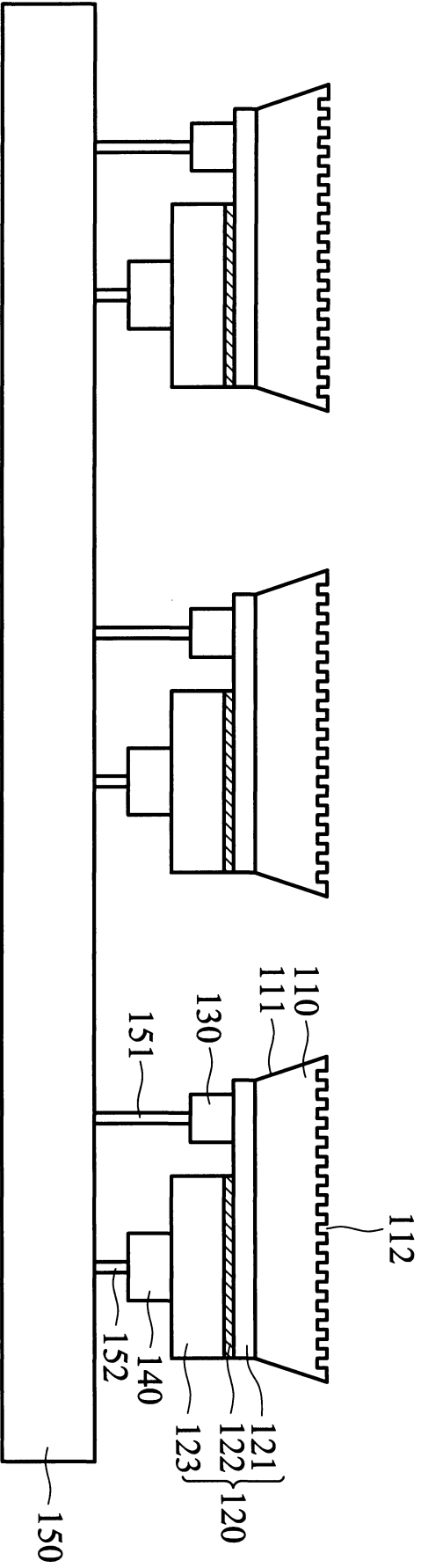
第 7C 圖



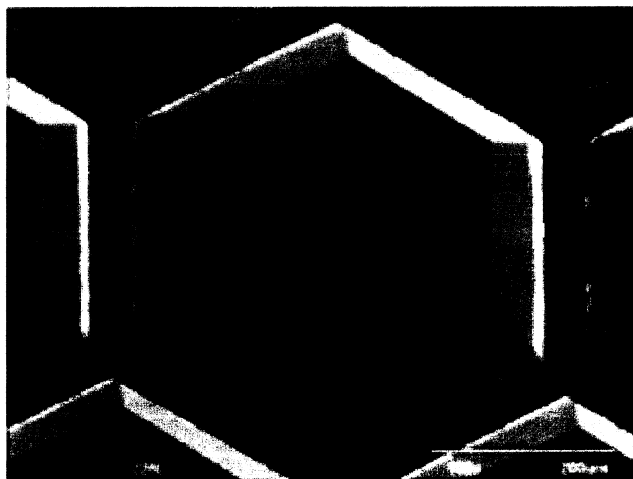
第 7D 圖



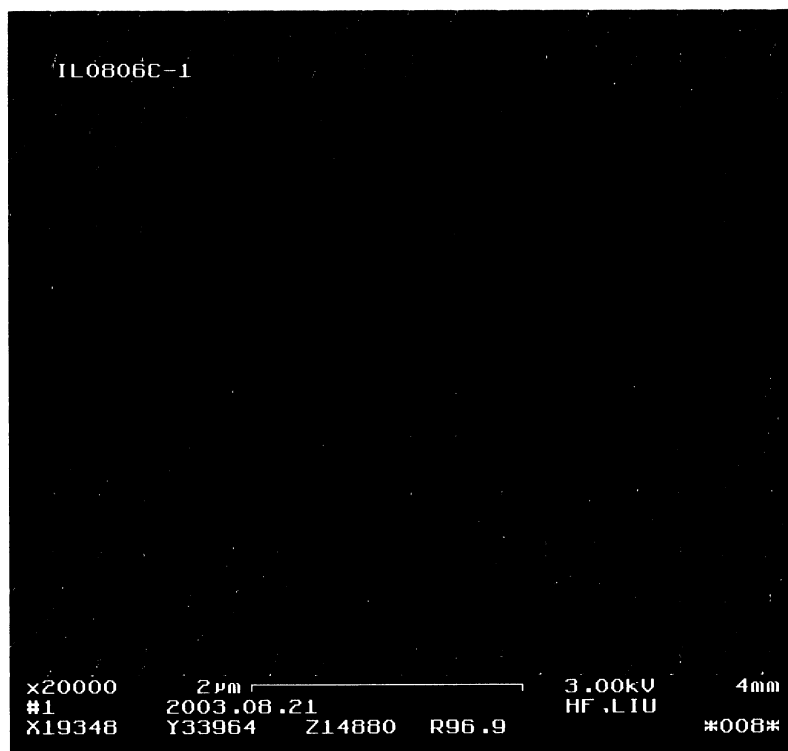
第 7E 圖



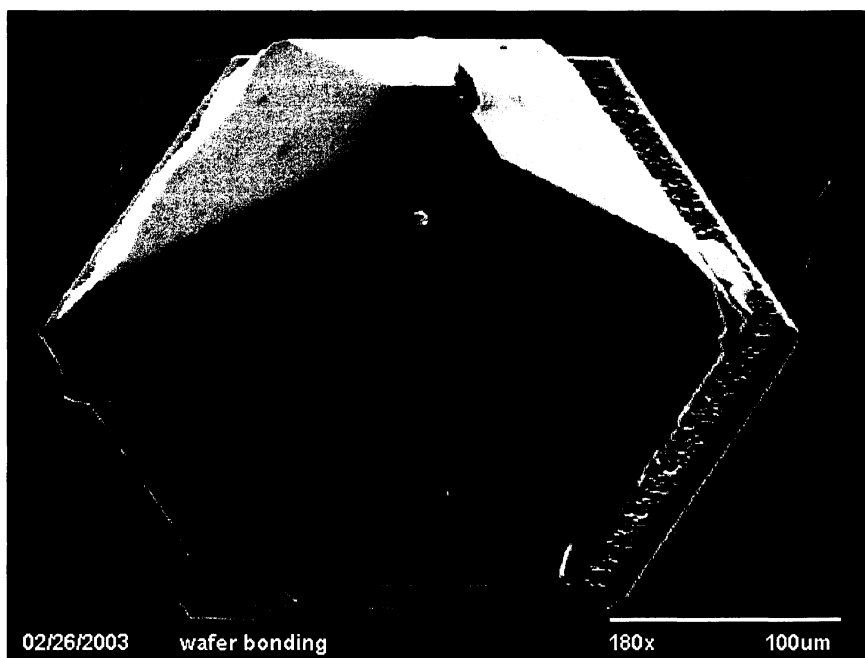
第 7F 圖



第 8 圖



第 9 圖



第 10 圖