



(21)申請案號：100100357

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 01 月 05 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/44 (2010.01)**

(71)申請人：銖鑽科技股份有限公司 (中華民國) RITEDIA CORPORATION (TW)

新竹縣湖口鄉新竹工業區光復北路 17 號

(72)發明人：宋健民 SUNG, CHIEN MIN (TW)；甘明吉 KAN, MING CHI (TW)；林逸樵 LIN, I CHIAO (TW)；胡紹中 HU, SHAO CHUNG (TW)

(74)代理人：蘇建太；陳聰浩；蘇清澤

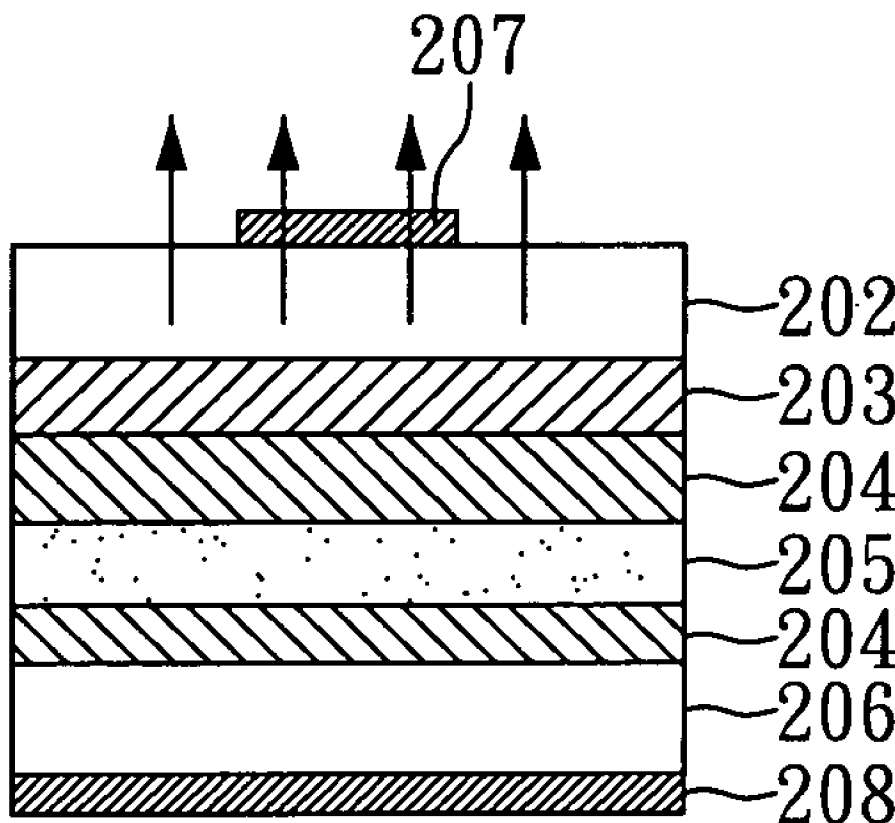
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：78 項 圖式數：9 共 34 頁

(54)名稱

垂直式發光二極體及其製造方法

(57)摘要

本發明提供一種垂直式發光二極體之製造方法，其包括下列步驟：提供一基材；於基材上形成一半導體層，該半導體層係具有以第 II 至 VI 族元素所構成之化合物；形成一金屬反射層，使其與半導體層相互結合；形成至少一中間層及至少一類鑽碳層；形成一複合材料層；移除基材；以及形成一第一電極層及一第二電極層，其分別設置於半導體層及複合材料層之一側；其中，至少一中間層及至少一類鑽碳層係以疊層之方式相互堆疊於金屬反射層之一側。本發明亦提供一種依前述製造方法製得之垂直式發光二極體。



202：半導體層

203：金屬反射層

204：中間層

205：類鑽碳層

206：複合材料層

207：第一電極

208：第二電極

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種垂直式發光二極體及其製作方法，尤指一種具有大功率、且具大尺寸之垂直式發光二極體及其製作方法。

【先前技術】

自60年代起，發光二極體的耗電量低及長效性的發光等優勢，已逐漸取代日常生活中用來照明或各種電器設備的指示燈或光源等用途。更有甚者，發光二極體朝向多色彩及高亮度的發展，已應用在大型戶外顯示看板或交通號誌。

然而，習知中所使用之發光二極體100，其結構多如圖1所示，係將正電極107及負電極108都作在同一側。再者，習知之發光二極體所使用之基材101(如藍寶石)不導電，因此電流在半導體層102中必須由垂直順流轉變為水平橫流，故而使得電流會集中在內彎處，無法完全使用P-N介面之電子層和電洞層，減少發光效率。此外，前述電流會在半導體層102之集中處產生熱點，使半導體層102中之晶格產生缺陷，因此影響發光二極體100之使用壽命；或者僅能以降低功率以避免熱點之產生，惟此會降低發光二極體100之發光效果並限制其用途。

發光二極體中造成電流轉彎的問題無法以封裝設計的改良來改善，例如即使以覆晶方式來製作發光二極體，仍無法

避免電流轉彎產生熱點、造成晶格缺陷、影響發光效率、及使用壽命降低等缺失。

因此，另有一種垂直式發光二極體將電極製作在該發光二極體兩側以改善電流方向之構想產生。然而，現在所使用之垂直式發光二極體，多使用碳化矽(SiC)基材來生長碳化鎵。但因SiC單晶基板價格太高，一般以Si或金屬等基板取代，並以金-金、金錫-金錫、鈦-鈦等金屬結合磊晶層。然而，由於此磊晶層與金屬基板或金屬結合層二種材料間之熱膨脹係數差異迥大，在後續的剝離製程中往往導致發光二極體的不良率不佳。

因此，目前亟需一種大功率、散熱效果佳、且具大尺寸之發光二極體及其製作方法。

【發明內容】

為達前述目的，本發明提供一種垂直式發光二極體之製造方法，其包括下列步驟：提供一基材；於基材上形成一半導體層，該半導體層係具有以第II至VI族元素所構成之化合物；形成一金屬反射層，使其與半導體層相互結合；形成至少一中間層及至少一類鑽碳層；形成一複合材料層；移除基材；以及形成一第一電極層及一第二電極層，其分別設置於半導體層及複合材料層之一側；其中，至少一中間層及至少一類鑽碳層係以疊層之方式相互堆疊於金屬反射層之一側。

根據本發明之製造方法，其中將基材移除之方式沒有特殊限制，只要不會造成移除基材時，導致發光二極體中各層



結構因產生介面應力而造成彎曲。較佳之移除方式係藉由一雷射使基材與半導體層產生剝離。

此外，根據本發明之製造方法，可依製程上而選擇半導體層、金屬反射層、至少一中間層、及至少一類鑽碳層之形成方法，其中較佳可使用以陰極電弧、濺鍍、蒸鍍、電鍍、無電電鍍、或塗佈等沉積形成。

承上，根據本發明之製造方法，其中基材可為 Al_2O_3 (藍寶石)、Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、或C(鑽石)之基板；或為至少一陽離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物之基板；半導體層之組成可為 Al_2O_3 (藍寶石)、Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、或C(鑽石)；或為至少一陽離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物；金屬反射層可為至少一選自由Ag、Al、Ni、Co、Pd、Pt、Au、Zn、Sn、Sb、Pb、Cu、CuAg、NiAg、及前述金屬合金所組成之群組，且金屬反射層之厚度沒有限制，只要可以達成導引光線及增加發光效率即可，較佳可為100-500 nm，最佳為200 nm。

根據本發明之製造方法，其中，中間層之材質係選擇使用能與碳產生反應，且能合成碳化物(carbide former)之金屬皆可，較佳為可包括至少一選自由Ti、V、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、及前述金屬之合金所組成之群組等材料。而該中間層之厚度沒有限制，較佳為50-500 nm，更佳為100 nm。

根據本發明之製造方法，類鑽碳層是用以排除發光二極體在發光時所產生之廢熱，並以傳導之方式迅速排除，藉以延長發光二極體之使用壽命。

根據本發明之製造方法，複合材料層可包括至少一金屬及鑽石所組成之複合材料，且鑽石於複合材料層中可以一單層、多層、或隨機分佈之佈鑽排列，其中鑽石約佔複合材料層總體積之25-60%，較佳為30-50%。至於金屬之組成可為至少一選自由Cu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr及B所組成之群組；鑽石可為合成鑽石磨粒(synthetic diamond grits)，且鑽石之較佳粒徑為 $1\ \mu\text{m} \sim 1\ \text{mm}$ 。

根據本發明之製造方法，複合材料層之厚度沒有特別限制，較佳之厚度為 $100\text{-}500\ \mu\text{m}$ ，更佳為 $150\ \mu\text{m}$ 。此外，複合材料層之熱膨脹係數係可依所需而進行調整，以避免製造過程中因介面應力而導致發光二極體之半導體層產生彎曲或內部缺陷，進而使產品良率下降而增加生產成本或光衰減效應；根據根據本發明之製造方法，複合材料層較佳之熱膨脹係數為在 $2\text{-}10\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 間。再者，根據本發明之製造方法，其中更包括有一將該複合材料層之表面拋光至 $R_a < 1\ \mu\text{m}$ 之步驟，主要是使基材與發光二極體結構剝離時，仍可保持剝離面的平坦面之誤差小於 $1\ \text{mm}$ 。

根據本發明之製造方法，其中更包括有一透明類鑽碳層形成於半導體層之一側，其作用主要將發光二極體中所產生之熱輻射(如螢光粉層)能迅速排除，藉以增加方光效率及產品週期。至於透明類鑽碳層可依所需使用任何沉積法而得，較

佳為使用電漿化學氣相沉積法(PECVD)來形成。此外，上述透明類鑽碳層可進一步包括有氫原子於其中，其含量若以透明類鑽碳層全部計算，氫原子可約佔15-40原子百分比，藉以增加熱排除效應及發光二極體之發光效率。

本發明亦提供一種垂直式發光二極體之製造方法，其包括下列步驟：提供一基材；於基材上形成一半導體層，半導體層係具有以第II至VI族元素所構成之化合物；形成一金屬反射層，使其與半導體層相互結合；形成一複合材料層；移除該基材；以及形成一第一電極層及一第二電極層，其分別設置於該半導體層及該複合材料層之一側。至於根據本製造方法，其中之方法步驟及各層結構(如基材、半導體層、金屬反射層、複合材料層、及第一電極層及第二電極層)之定義係如上述。

本發明之另一目的在提供一種垂直式發光二極體，其包括：一半導體層，其係具有以第II至VI族元素所構成之化合物；一金屬反射層，係與半導體層相互結合；至少一中間層；至少一類鑽碳層；一複合材料層；以及一第一電極層及一第二電極層，其分別設置於半導體層及複合材料層之一側；其中，至少一中間層及至少一類鑽碳層係以疊層之方式相互堆疊於金屬反射層之一側。

根據本發明之垂直式發光二極體，其中半導體層之組成可為 Al_2O_3 (藍寶石)、Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、或C(鑽石)；或為至少一陽離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物；金屬反射層可為至少

一選自由Ag、Al、Ni、Co、Pd、Pt、Au、Zn、Sn、Sb、Pb、Cu、CuAg、NiAg、及前述金屬合金所組成之群組，且金屬反射層之厚度沒有限制，只要可以達成導引光線及增加發光效率即可，較佳可為100-500 nm，最佳為200 nm。

根據本發明之垂直式發光二極體，其中，中間層之材質係選擇使用能與碳產生反應，且能合成碳化物(carbide former)之金屬皆可，較佳為可包括至少一選自由Ti、V、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、及前述金屬之合金所組成之群組等材料。而該中間層之厚度沒有限制，較佳為50-500 nm，更佳為100 nm。

根據本發明之垂直式發光二極體，類鑽碳層是用以排除發光二極體在發光時所產生之廢熱，並以傳導之方式迅速排除，藉以延長發光二極體之使用壽命。

根據本發明之垂直式發光二極體，複合材料層可包括至少一金屬及鑽石所組成之複合材料，且鑽石於複合材料層中可以一單層、多層、或隨機分佈之佈鑽排列，其中鑽石約佔複合材料層總體積之25-60%，較佳為30-50%。至於金屬之組成可為至少一選自由Cu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr及B所組成之群組；鑽石可為合成鑽石磨粒(synthetic diamond grits)，且鑽石之較佳粒徑為1 μm ~ 1 mm。

根據本發明之垂直式發光二極體，複合材料層之厚度沒有特別限制，較佳之厚度為100-500 μm ，更佳為150 μm 。此外，複合材料層之熱膨脹係數係可依所需而進行調整，以避免製造過程中因介面應力而導致發光二極體之半導體層產生

彎曲或內部缺陷，進而使產品良率下降而增加生產成本或光衰減效應；根據根據本發明之製造方法，複合材料層較佳之熱膨脹係數為在2~10 ppm/°C間。再者，根據本發明之垂直式發光二極體，其中複合材料層之表面具有拋光至Ra<1μm。

根據本發明之垂直式發光二極體，其中更包括有一透明類鑽碳層形成於半導體層之一側，其作用主要將發光二極體中所產生之熱輻射(如螢光粉層)能迅速排除，藉以增加方光效率及產品週期。至於透明類鑽碳層可依所需使用任何沉積法而得，較佳為使用電漿化學氣相沉積法(PECVD)來形成。此外，上述透明類鑽碳層可進一步包括有氫原子於其中，其含量若以透明類鑽碳層全部計算，氫原子可約佔15-40原子百分比，藉以增加熱排除效應及發光二極體之發光效率。

根據本發明之再一目的，在提供一種垂直式發光二極體，其包括：一半導體層，其具有以第II至VI族元素所構成之化合物；一金屬反射層，係與半導體層相互結合；一複合材料層；以及一第一電極層及一第二電極層，其分別設置於半導體層及複合材料層之一側；其中，複合材料層係以Au或Au-Sn於約300°C直接軟焊接合至金屬反射層，或直接以高溫接合之方式。至於根據本垂直式發光二極體之結構，其中各層結構(如基材、半導體層、金屬反射層、複合材料層、及第一電極層及第二電極層)之定義係如上述。

由上述可知，習知所使用之發光二極體由於正負兩電極都射在同側，且因習知之發光二極體所使用之基材(如藍寶石)不導電，因此電流在半導體層中必須由垂直順流轉變為水平

橫流，故而使得電流會集中在內彎處，無法完全使用P-N介面之電子層和電洞層，減少發光效率。此外，前述電流會在集中處產生熱點，使半導體層中之晶格產生缺陷，因此影響發光二極體之使用壽命。然而，根據本發明之垂直式發光二極體及製造方法，其不僅使用由至少一金屬及鑽石所組成之複合材料層，並同時使用至少一中間層及至少一類鑽碳層，且將第一電極層及一第二電極層分別設置於發光二極體結構之兩側。由此，本發明藉類鑽碳層所具有高的熱傳導率，以迅速排除發光二極體發光時所產生之廢熱，並使半導體層中不會因電流密度分佈不均而產生內部晶格缺陷所導致光衰或使用壽命等問題。

因此，根據本發明之發光二極體及其製造方法，可實現一種具有大尺寸(>1mm)、大電流(>1A/mm²)、及大功率(>10W)之垂直式發光二極體，其顯會優於並聯多顆習知使用電流以彎流式之發光二極體。根據本發明之垂直式發光二極體及其製造方法，具有發光效率更佳使其更光亮，且藉類鑽碳層優異的熱傳導率以排除發光時所產生之廢熱，以及解決內部缺陷使其更耐久等優點。

【實施方式】

請參閱圖2E及圖3，其係根據本發明製造方法所獲得之垂直式發光二極體結構，包括有一半導體層202，其係具有以第II至VI族元素所構成之化合物；一金屬反射層203，係與半導體層202相互結合；至少一中間層204；至少一類鑽碳層205；

一複合材料層206；以及一可為負電極之第一電極層207及一可為正電極之第二電極層208，其分別設置於半導體層202及複合材料層206之一側；其中，至少一中間層204及至少一類鑽碳層205係以疊層之方式相互堆疊於金屬反射層之一側。

以下，將詳述本發明垂直式發光二極體之製造方法：

實施例1

請參閱圖2A至2E，係本發明製造垂直式發光二極體之一具體實施例。首先，如圖2A所示，提供一基材201，在本實施例中基材201為使用藍寶石基板，並可依製程上之所需，選擇使用Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、C(鑽石)、或至少一陽離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物之基板。接著如圖2B，於基材201上形成一半導體層202，該半導體層202係具有以第II至VI族元素所構成之化合物，例如Al₂O₃(藍寶石)、Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、C(鑽石)、或至少一陽離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物，在本實施例中係使用GaN作為半導體層202。其後如圖2C所示，形成一金屬反射層203，以陰極電弧之方式使其沉積並與半導體層202相互結合，金屬反射層203可為Ag或Al，其他可選擇為金屬反射層203之材料如Ni、Co、Pd、Pt、Au、Zn、Sn、Sb、Pb、Cu、CuAg、NiAg、或前述金屬合金皆可，且金屬反射層203之厚度沒有限制，只要可以達成導引光線及增加發光效率即可，較佳可為100-500 nm，在本實施例中之金屬反射層203為約200 nm。

接著，如圖2D所示，依序以如濺鍍之方式形成一中間層204及一類鑽碳層205，其中關於中間層204之材質係選擇只要是使用能與碳產生反應，且能合成碳化物之金屬皆可，較佳為可包括至少一選自由Ti、V、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、及前述金屬之合金所組成之群組等材料，在本實施例中係使用鈦作為中間層204。至於中間層204之厚度沒有限制，較佳為50-500 nm，本實施例之中間層約為100 nm。而類鑽碳層205之厚度沒有特別限制，只要能達成較佳之散熱效果及與中間層204能緊密結合即可，並可因中間層204及類鑽碳層205以疊層之方式相互堆疊，進一步達成降低發光二極體中各層結構因產生介面應力而造成彎曲之情形，而導致良率降低，類鑽碳層205較佳厚度為大於300nm以上皆可，本實施例以約500nm厚度之類鑽碳層205。此外，更可依製程上之所需，選擇性地再形成一較薄之中間層204(約60 nm)於上類鑽碳層205，而形成如圖2D所示之結構。

最後，如圖2E，形成一複合材料層206於前述結構上，並移除基材201；其後並形成一第一電極層207及一第二電極層208，其分別設置於半導體層202及複合材料層206之一側。而複合材料層206可包括至少一金屬及鑽石所組成之複合材料，且鑽石於該複合材料層中也可選擇性地以一單層、多層、或隨機分佈之佈鑽排列。其中鑽石約佔複合材料層206總體積之25-60%，較佳可如本實施例使用鑽石係佔複合材料層總體積之30-50%之比例。至於金屬之組成可為至少一選自由Cu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr及B所組成之群組，在本實施例

中係以金屬鎳為其組成；鑽石可為合成鑽石磨粒 (synthetic diamond grits)，且鑽石之較佳粒徑為 $1\ \mu\text{m} - 1\ \text{mm}$ 。換句話說，本實施例之複合材料層 206 係為使用一鎳-鑽石複合材料。至於複合材料層 206 之厚度較佳之厚度為 $100-500\ \mu\text{m}$ ，本實施例中複合材料層 206 之厚度為約 $150\ \mu\text{m}$ 。

根據本實施例，基材 201 移除之方式係藉由一氣體雷射 (KrF，波長約 $248\ \text{nm}$) 使基材與半導體層產生剝離。藉此方法不僅較為迅速簡便，且因本實施例所製備而得的垂直式發光二極體結構，也不會造成移除基材 201 時，導致發光二極體中各層結構因產生介面應力而造成彎曲。再者，根據本實施例，將複合材料層 206 之表面進行拋光至 $Ra < 1\ \mu\text{m}$ 之步驟，主要是使基材 201 與發光二極體結構剝離時，仍可保持剝離面的平坦面之誤差小於 $1\ \text{mm}$ 。

此外，根據本實施例之製造方法，可依製程上而選擇半導體層 202、金屬反射層 203、中間層 204、及類鑽碳層 205 之形成方法，其中亦可使用以陰極電弧、濺鍍、蒸鍍、電鍍、無電電鍍、塗佈、銲接、或沉積等方式形成。

承前所述，複合材料層 206 之熱膨脹係數係可依所需而進行調整，以避免製造過程中因介面應力而導致發光二極體之半導體層 202 產生彎曲或內部缺陷，進而使產品良率下降而增加生產成本或光衰減效應；根據本實施例之複合材料層 206，其熱膨脹係數約在 $10\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 。

根據本實施例之製造方法，可進一步選擇將一透明類鑽碳層 (圖未示) 形成於半導體層之一側，其作用主要將發光二極

體中所產生之熱輻射(如螢光粉層)能迅速排除，藉以增加發光效率及產品週期。至於透明類鑽碳層可依所需使用任何沉積法而得，例如可使用電漿化學氣相沉積法(PECVD)來形成。此外，上述透明類鑽碳層可進一步包括有氫原子於其中，其含量若以透明類鑽碳層全部計算，氫原子可約佔15-40原子百分比，藉以增加熱排除效應及發光二極體之發光效率。

實施例2

在本實施例中所使用之製造方法與實施例1相似，故結構亦可直接參照如圖2E，差異在於製造過程中將金屬反射層203(如銀)係以濺鍍之方式形成於半導體層202(如Ga₂N)上，且係使用一銅-鑽石複合材料作為複合材料層206。因此，根據本實施例之複合材料層206，其熱膨脹係數約在5 ppm/°C。至於其他各層之結構與特徵係如實施例1中所定義。

實施例3

如圖3所示，在本實施例中所使用之製造方法與實施例1及實施例2相似，差異在於製造過程中將製作中間層304及類鑽碳層305依序相互堆疊，且該中間層304及類鑽碳層305之疊層結構總厚度約為3μm，且在本實施例中係使用一銅-鎳-鑽石複合材料作為複合材料層306。因此，根據本實施例之複合材料層306，其熱膨脹係數可依製程上之所需調整約在2~10 ppm/°C。至於其他各層之結構與特徵係如實施例1中所定義。

實施例4

如圖4所示，在本實施例中所使用之製造方法與實施例1及實施例2相似，差異在於在本實施例中沒有形成類鑽碳層及中間層，而是形成一第一電極407/半導體層402/金屬反射層403/複合材料層406/第二電極408之結構，而其中複合材料層406係以Au或Au-Sn於約300°C直接軟焊接合至金屬反射層403，或可依製程所需，直接以高溫接合直接結合複合材料層406及金屬反射層403之方式。至於根據本實施例之各層結構(如基材、半導體層、金屬反射層、複合材料層、及第一電極層及第二電極層)係如實施例1所定義。

根據前述實施例，並請參閱圖5A至圖7，習知中發光二極體結構在進行雷射剝離之步驟前，會在半導體層上製作一層反射金屬層(如銀)，其後並再接上一導電的支撐體。然而，金屬反射層往往因熱膨脹係數遠大於半導體層(如GaN)，所以介面會產生應力。鑑此，習知之發光二極體在通電時電流乃沿電阻最小處滲透前進，應力較大的局部溫度會快速升高，金屬反射層會把半導體層之晶格撐大。並由於發光二極體開關頻繁，半導體層晶格會被重覆拉扯以致不斷產出缺陷，且易造成金屬反射層與半導體層間之剝離(如圖5A及圖5B)，以致造成發光二極體的亮度就會快速減低。在此時，若如本發明使用藉類鑽碳層所具有高的熱傳導率，以迅速排除發光二極體發光時所產生之廢熱，且因具大幅降低介面應力之功效，並能使半導體層中不會因電流密度分佈不均而產生內部晶格缺陷所導致光衰或使用壽命等問題(如圖6)。

再者，根據本發明所包括之複合材料層及類鑽碳層，以包括鑽-銅複合材料層之發光二極體結構為例，其分析係如圖7所示，明顯可見根據本發明可有效控制熱膨脹係數，也能降低熱阻。

承前，本發明上述實施例中之複合材料層的熱膨脹係數(CTE)可依鑽石粒徑和體積百分率而進行調整，如前所述，為了控制較佳CTE值(如在2-10 ppm/°C間)，故較佳的鑽石體積分率為30-50 Vol%(如圖8所示)，以及較佳之鑽石粒徑如圖9所示；更可依需要，可選擇性地使用碳化物助劑的重量百分率為2-5 wt%，該碳化物助劑可為Fe、Co、Ni、Cr、Ti、或B等。

因此，根據本實施例之製造方法所獲得之發光二極體，可實現一種具有大尺寸(>1mm)、大電流(>1A/mm²)、及大功率(>10W)之垂直式發光二極體，其顯會優於並聯多顆習知使用電流以彎流式之發光二極體。因此，並具有發光效率更佳使其更光亮，且藉類鑽碳層優異的熱傳導率以排除發光時所產生之廢熱，以及解決內部缺陷使其更耐久等優點。

上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

【圖式簡單說明】

圖1係習知中發光二極體結構示意圖。

圖2A至2E係本發明一較佳實施例之垂直式發光二極體之製造方法流程示意圖。

圖3係本發明另一較佳實施例之直式發光二極體結構示意圖。
 圖4係本發明再一較佳實施例之直式發光二極體結構示意圖。
 圖5A至5B係習知中發光二極體結構中電鍍金屬和半導體層
 介面若僅以機械式而無化學鍵結時，產生剝離之電子顯微鏡
 照片示意。

圖6係本發明一較佳實施例之直式發光二極體部分結構電子
 顯微鏡照片。

圖7係本發明一較佳實施例中鑽-銅複合材料層之熱擴散係數
 及熱傳導係數之比較圖。

圖8至圖9係本發明一較佳實施例中複合材料層之鑽石體積分
 率比較圖。

【主要元件符號說明】

100	發光二極體	101	基材
102、302、402	半導體層	107	正電極
108	負電極		
201	基材	202	半導體層
203、303、403	金屬反射層	204、304	中間層
205、305	類鑽碳層	206、306	複合材料層
207、307、407	第一電極		
208、308、408	第二電極		

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：(00100357)

※申請日：100.1.5

※IPC 分類：H01L 33/44 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

垂直式發光二極體及其製造方法

二、中文發明摘要：

本發明提供一種垂直式發光二極體之製造方法，其包括下列步驟：提供一基材；於基材上形成一半導體層，該半導體層係具有以第 II 至 VI 族元素所構成之化合物；形成一金屬反射層，使其與半導體層相互結合；形成至少一中間層及至少一類鑽碳層；形成一複合材料層；移除基材；以及形成一第一電極層及一第二電極層，其分別設置於半導體層及複合材料層之一側；其中，至少一中間層及至少一類鑽碳層係以疊層之方式相互堆疊於金屬反射層之一側。本發明亦提供一種依前述製造方法製得之垂直式發光二極體。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種垂直式發光二極體之製造方法，其包括下列步驟：

提供一基材；

於該基材上形成一半導體層，該半導體層係具有以第II至VI族元素所構成之化合物；

形成一金屬反射層，使其與該半導體層相互結合；

形成至少一中間層及至少一類鑽碳層；

形成一複合材料層；

移除該基材；以及

形成一第一電極層及一第二電極層，其分別設置於該半導體層及該複合材料層之一側；

其中，該至少一中間層及該至少一類鑽碳層係以疊層之方式相互堆疊於該金屬反射層之一側。

2. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該基材係為 Al_2O_3 (藍寶石)、Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、或C(鑽石)之基板；或為至少一陽離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物之基板。

3. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該基材之移除步驟係藉由一雷射使其與該半導體層剝離。

4. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該半導體層、該金屬反射層、該至少一中間層、及該至少一類鑽碳層係以陰極電弧、濺鍍、蒸鍍、電鍍、無電電鍍、或塗佈等沉積形成。

5. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該半導體層之組成係為 Al_2O_3 (藍寶石)、Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、或C(鑽石)；或為至少一陽離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物。

6. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該金屬反射層係至少一選自由Ag、Al、Ni、Co、Pd、Pt、Au、Zn、Sn、Sb、Pb、Cu、CuAg、NiAg、及前述金屬合金所組成之群組。

7. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該金屬反射層之厚度為100~500 nm。

8. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該中間層係包括至少一選自由Ti、V、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、及前述金屬之合金所組成之群組。

9. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該中間層之厚度為50-500 nm。

10. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該複合材料層係包括至少一金屬及鑽石所組成之複合材料，且該鑽石於該複合材料層中係以一單層、多層、或隨機分佈之佈鑽排列。

11. 如申請專利範圍第10項所述之製造方法，其中，該鑽石係佔該複合材料層總體積之25-60%。

12. 如申請專利範圍第10項所述之製造方法，其中，該鑽石係佔該複合材料層總體積之30-50%。

13. 如申請專利範圍第10項所述之製造方法，其中，該金屬係至少一選自由Cu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr及B所組成之群組。

14. 如申請專利範圍第10項所述之製造方法，其中，該鑽石係為合成鑽石磨粒(synthetic diamond grits)。

15. 如申請專利範圍第10項所述之製造方法，其中，該鑽石之粒徑為1 μm - 1 mm。

16. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該複合材料層之厚度為100-500 μm 。

17. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，該複合材料層具有熱膨脹係數為2~10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 。

18. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，更包括有一將該複合材料層之表面拋光至Ra<1 μm 之步驟。

19. 如申請專利範圍第1項所述之製造方法，其中，更包括有一透明類鑽碳層形成於該半導體層之一側。

20. 如申請專利範圍第19項所述之製造方法，其中，該透明類鑽碳層係以電漿化學氣相沉積法(PECVD)形成。

21. 如申請專利範圍第19項所述之製造方法，其中，該透明類鑽碳層包括有氫原子於其中。

22. 如申請專利範圍第21項所述之製造方法，其中，以該透明類鑽碳層全部計算，該氫原子係佔15-40 at%。

23. 一種垂直式發光二極體之製造方法，其包括下列步驟：

提供一基材；



於該基材上形成一半導體層，該半導體層係具有以第II至VI族元素所構成之化合物；

形成一金屬反射層，使其與該半導體層相互結合；

形成一複合材料層；

移除該基材；以及

形成一第一電極層及一第二電極層，其分別設置於該半導體層及該複合材料層之一側。

24. 如申請專利範圍第23項所述之垂直式發光二極體，其中，該複合材料層係以Au或Au-Sn於約300°C直接軟焊接合至該金屬反射層，或直接以高溫接合之方式結合該複合材料層及該金屬反射層。

25. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，該基材係為 Al_2O_3 (藍寶石)、Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、或C(鑽石)之基板；或為至少一陽離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物之基板。

26. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，該基材之移除步驟係藉由一雷射使其與該半導體層剝離。

27. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，該半導體層、及該金屬反射層係以陰極電弧、濺鍍、蒸鍍、電鍍、無電電鍍、或塗佈等沉積形成。

28. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，該半導體層之組成係為 Al_2O_3 (藍寶石)、Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、或C(鑽石)；或為至少一陽離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物。

29. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，該金屬反射層係至少一選自由Ag、Al、Ni、Co、Pd、Pt、Au、Zn、Sn、Sb、Pb、Cu、CuAg、NiAg、及前述金屬合金所組成之群組。

30. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，該金屬反射層之厚度為100~500 nm。

31. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，該複合材料層係包括至少一金屬及鑽石所組成之複合材料，且該鑽石於該複合材料層中係以一單層、多層、或隨機分佈之佈置排列。

32. 如申請專利範圍第31項所述之製造方法，其中，該鑽石係佔該複合材料層總體積之25-60%。

33. 如申請專利範圍第31項所述之製造方法，其中，該鑽石係佔該複合材料層總體積之30-50%。

34. 如申請專利範圍第31項所述之製造方法，其中，該金屬係至少一選自由Cu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr及B所組成之群組。

35. 如申請專利範圍第31項所述之製造方法，其中，該鑽石係為合成鑽石磨粒(synthetic diamond grits)。

36. 如申請專利範圍第31項所述之製造方法，其中，該鑽石之粒徑為1 μm - 1 mm。

37. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，該複合材料層之厚度為100-500 μm 。

38. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，該複合材料層具有熱膨脹係數為2~10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 。

39. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，更包括有一將該複合材料層之表面拋光至 $Ra < 1\mu m$ 之步驟。

40. 如申請專利範圍第23項所述之製造方法，其中，更包括有一透明類鑽碳層形成於該半導體層之一側。

41. 如申請專利範圍第40項所述之製造方法，其中，該透明類鑽碳層係以電漿化學氣相沉積法(PECVD)形成。

42. 如申請專利範圍第41項所述之製造方法，其中，該透明類鑽碳層包括有氫原子於其中。

43. 如申請專利範圍第42項所述之製造方法，其中，以該透明類鑽碳層全部計算，該氫原子係佔15-40 at%。

44. 一種垂直式發光二極體，其包括：

一半導體層，其係具有以第II至VI族元素所構成之化合物；

一金屬反射層，係與該半導體層相互結合；

至少一中間層；

至少一類鑽碳層；

一複合材料層；以及

一第一電極層及一第二電極層，其分別設置於該半導體層及該複合材料層之一側；

其中，該至少一中間層及該至少一類鑽碳層係以疊層之方式相互堆疊於該金屬反射層之一側。

45. 如申請專利範圍第44項所述之垂直式發光二極體，其中，該半導體層之組成係為 Al_2O_3 (藍寶石)、Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、或C(鑽石)；或為至少一陽

離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物。

46. 如申請專利範圍第44項所述之垂直式發光二極體，其中，該金屬反射層係至少一選自由Ag、Al、Ni、Co、Pd、Pt、Au、Zn、Sn、Sb、Pb、Cu、CuAg、NiAg、及前述金屬合金所組成之群組。

47. 如申請專利範圍第44項所述之垂直式發光二極體，其中，該金屬反射層之厚度為100-500 nm。

48. 如申請專利範圍第44項所述之垂直式發光二極體，其中，該中間層係包括至少一選自由Ti、V、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、及前述金屬之合金所組成之群組。

49. 如申請專利範圍第44項所述之垂直式發光二極體，其中，該中間層之厚度為50-500 nm。

50. 如申請專利範圍第44項所述之垂直式發光二極體，其中，該複合材料層係包括至少一金屬及鑽石所組成之複合材料，且該鑽石於該複合材料層中係以一單層、多層、或隨機分佈之佈鑽排列。

51. 如申請專利範圍第50項所述之垂直式發光二極體，其中，該鑽石係佔該複合材料層總體積之25-60%。

52. 如申請專利範圍第50項所述之垂直式發光二極體，其中，該鑽石係佔該複合材料層總體積之30-50%。

53. 如申請專利範圍第50項所述之垂直式發光二極體，其中，該金屬係至少一選自由Cu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr及BCu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr所組成之群組。

54. 如申請專利範圍第50項所述之垂直式發光二極體，其中，該鑽石係為合成鑽石磨粒(synthetic diamond grits)。

55. 如申請專利範圍第50項所述之垂直式發光二極體，其中，該鑽石之粒徑為1 μm - 1 mm。

56. 如申請專利範圍第44項所述之垂直式發光二極體，其中，該複合材料層之厚度為100-500 μm 。

57. 如申請專利範圍第44項所述之垂直式發光二極體，其中，該複合材料層具有熱膨脹係數為2~10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 。

58. 如申請專利範圍第44項所述之垂直式發光二極體，其中，該該複合材料層之表面具有拋光至Ra<1 μm 。

59. 如申請專利範圍第44項所述之垂直式發光二極體，其中，更包括有一透明類鑽碳層於該半導體層之一側。

60. 如申請專利範圍第59項所述之垂直式發光二極體，其中，該透明類鑽碳層包括有氫原子於其中。

61. 如申請專利範圍第60項所述之垂直式發光二極體，其中，以該透明類鑽碳層全部計算，該氫原子係佔15~40 at%。

62. 一種垂直式發光二極體，其包括：

一半導體層，其係具有以第II至VI族元素所構成之化合物；

一金屬反射層，係與該半導體層相互結合；

一複合材料層；以及

一第一電極層及一第二電極層，其分別設置於該半導體層及該複合材料層之一側。

63. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該複合材料層係以Au或Au-Sn於約300°C直接軟焊接合至該金屬反射層，或直接以高溫接合之方式結合該複合材料層及該金屬反射層。

64. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該半導體層之組成係為Al₂O₃(藍寶石)、Si、SiC、GaAs、GaP、AlP、GaN、C(石墨)、hBN、或C(鑽石)；或為至少一陽離子為B、Al、Ga、In、Be、Mg之氮化物、磷化物、或砷化物。

65. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該金屬反射層係至少一選自由Ag、Al、Ni、Co、Pd、Pt、Au、Zn、Sn、Sb、Pb、Cu、CuAg、NiAg、及前述金屬合金所組成之群組。

66. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該金屬反射層之厚度為100-500 nm。

67. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該複合材料層係包括至少一金屬及鑽石所組成之複合材料，且該鑽石於該複合材料層中係以一單層、多層、或隨機分佈之佈鑽排列。

68. 如申請專利範圍第67項所述之垂直式發光二極體，其中，該鑽石係佔該複合材料層總體積之25-60%。

69. 如申請專利範圍第67項所述之垂直式發光二極體，其中，該鑽石係佔該複合材料層總體積之30-50%。



70. 如申請專利範圍第67項所述之垂直式發光二極體，其中，該金屬係至少一選自由Cu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr及BCu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr所組成之群組。

71. 如申請專利範圍第67項所述之垂直式發光二極體，其中，該鑽石係為合成鑽石磨粒(synthetic diamond grits)。

72. 如申請專利範圍第67項所述之垂直式發光二極體，其中，該鑽石之粒徑為1 μm - 1 mm。

73. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該複合材料層之厚度為100-500 μm 。

74. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該複合材料層具有熱膨脹係數為2~10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 。

75. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該該複合材料層之表面具有拋光至Ra<1 μm 。

76. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，更包括有一透明類鑽碳層於該半導體層之一側。

77. 如申請專利範圍第76項所述之垂直式發光二極體，其中，該透明類鑽碳層包括有氫原子於其中。

78. 如申請專利範圍第77項所述之垂直式發光二極體，其中，以該透明類鑽碳層全部計算，該氫原子係佔15~40 at%。

八、圖式 (請見下頁):

70. 如申請專利範圍第67項所述之垂直式發光二極體，其中，該金屬係至少一選自由Cu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr及BCu、Ag、Co、Ni、W、Fe、Ti、Cr所組成之群組。

71. 如申請專利範圍第67項所述之垂直式發光二極體，其中，該鑽石係為合成鑽石磨粒(synthetic diamond grits)。

72. 如申請專利範圍第67項所述之垂直式發光二極體，其中，該鑽石之粒徑為1 μm - 1 mm。

73. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該複合材料層之厚度為100-500 μm 。

74. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該複合材料層具有熱膨脹係數為2~10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 。

75. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，該該複合材料層之表面具有拋光至Ra<1 μm 。

76. 如申請專利範圍第62項所述之垂直式發光二極體，其中，更包括有一透明類鑽碳層於該半導體層之一側。

77. 如申請專利範圍第76項所述之垂直式發光二極體，其中，該透明類鑽碳層包括有氫原子於其中。

78. 如申請專利範圍第77項所述之垂直式發光二極體，其中，以該透明類鑽碳層全部計算，該氫原子係佔15~40 at%。

八、圖式 (請見下頁):

100

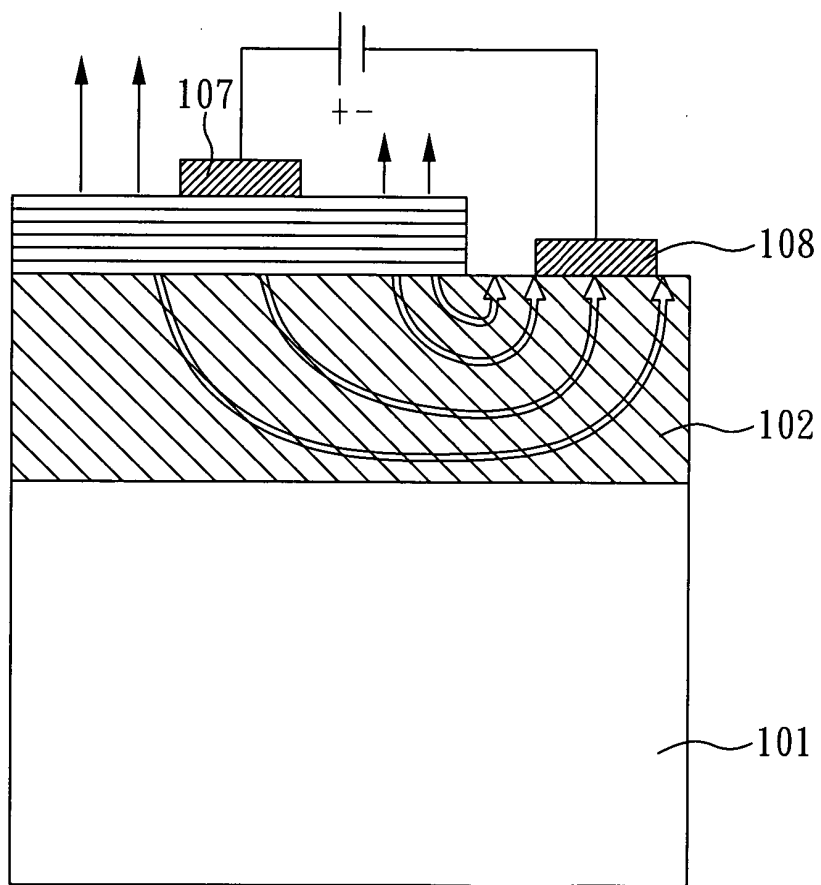
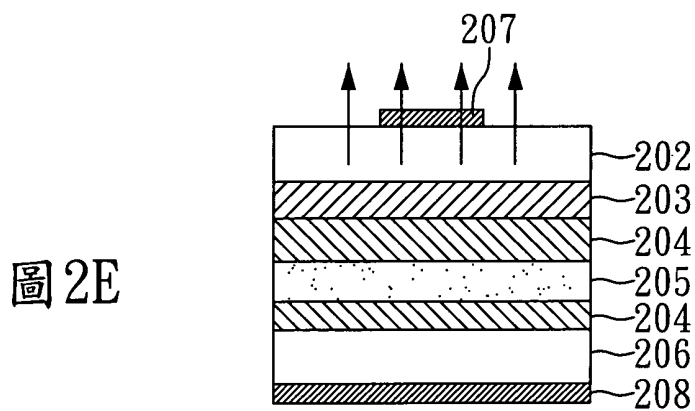
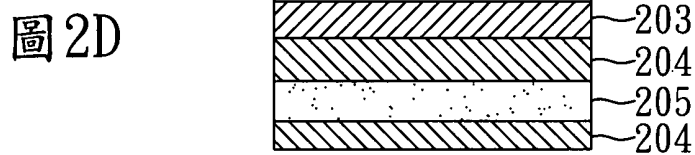
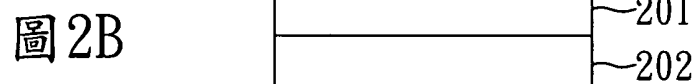


圖 1





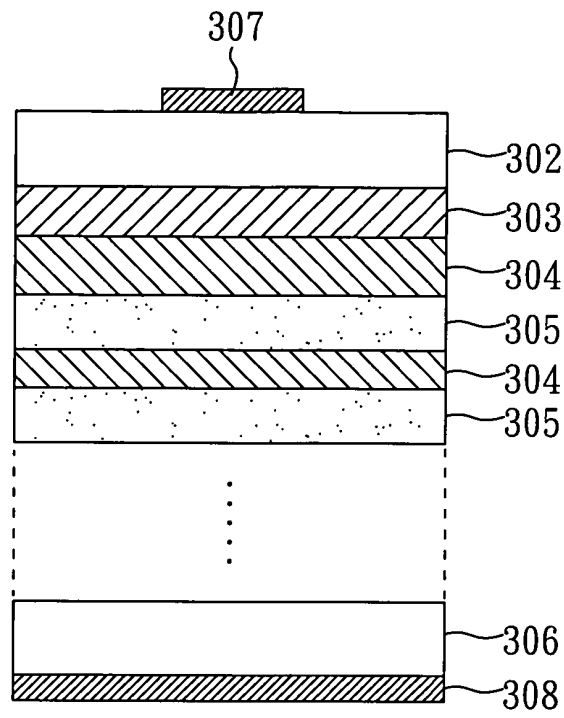


圖3

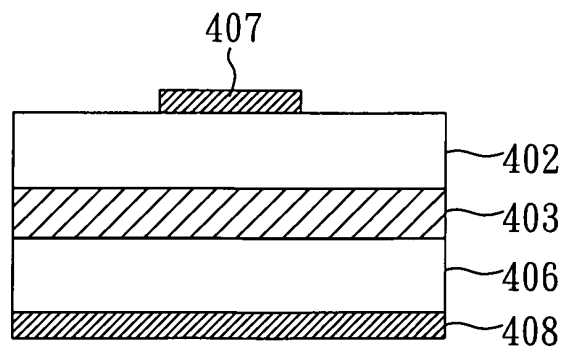


圖4





圖 5A

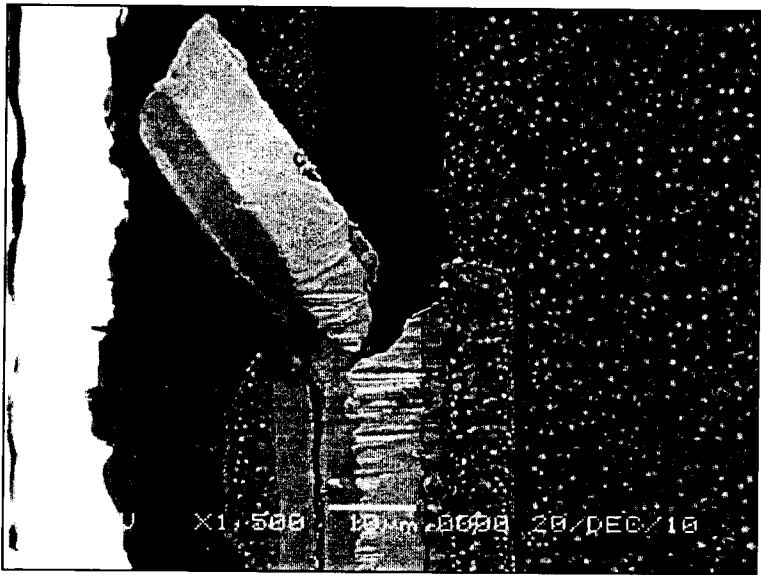


圖 5B

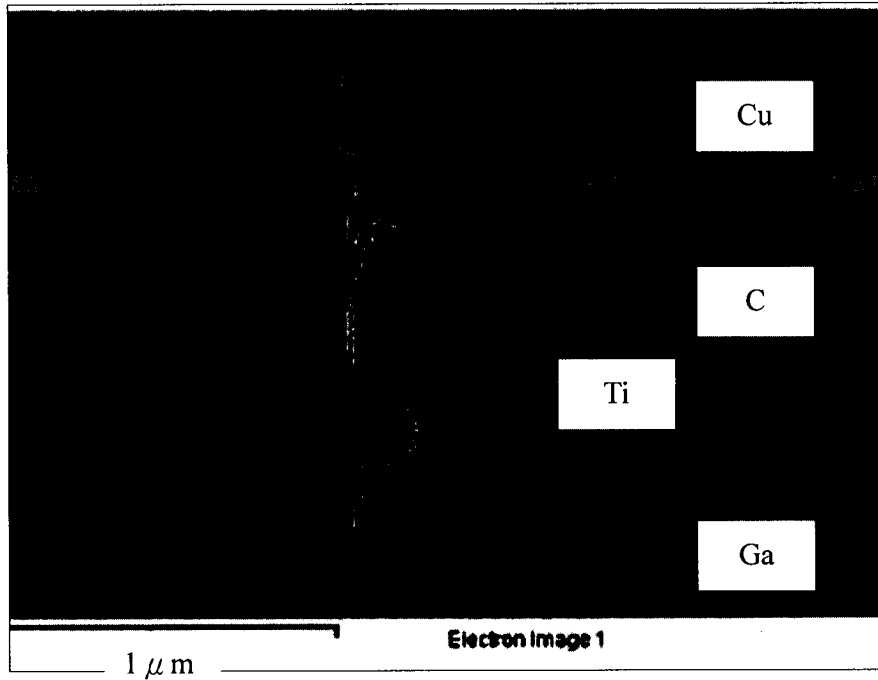


圖 6

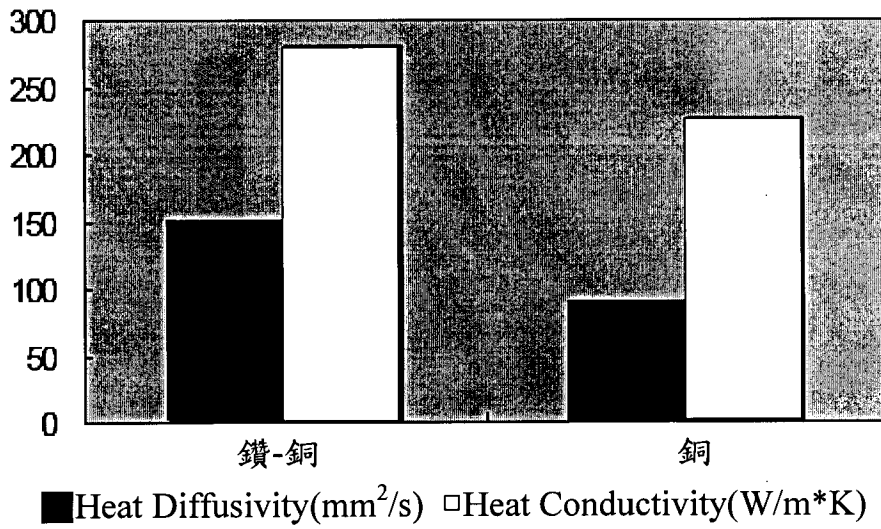


圖 7

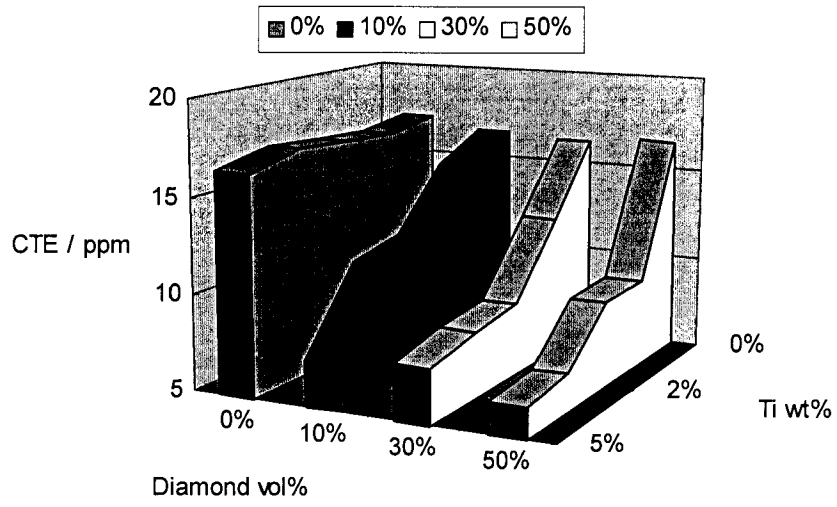


圖 8

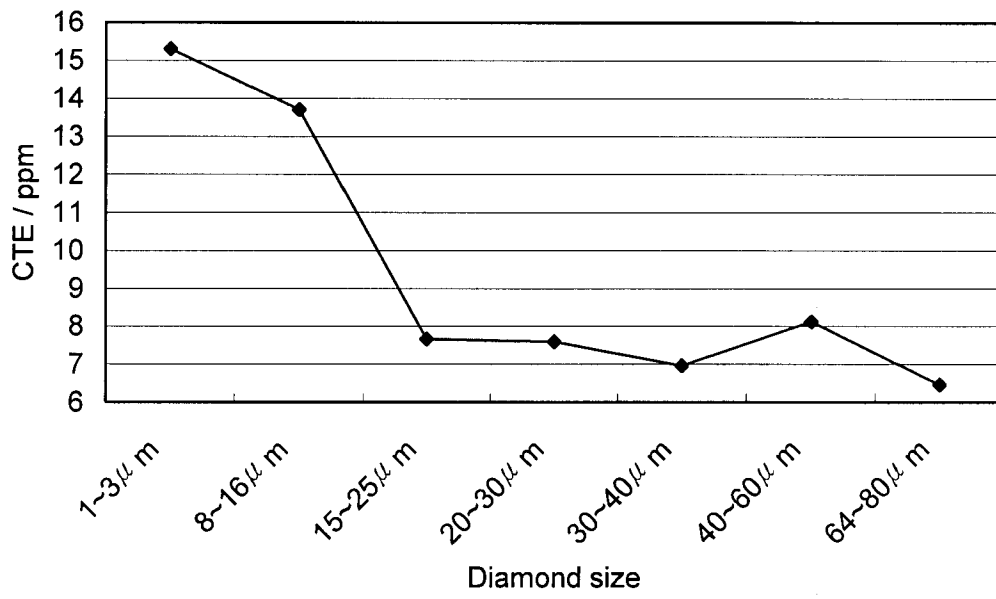


圖 9

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 (2E) 。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

202 半導體層

203 金屬反射層

204 中間層

205 類鑽碳層

206 複合材料層

207 第一電極

208 第二電極

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

