



(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 I548130 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 01 日

(21) 申請案號：103123010

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 03 日

(51) Int. Cl. : H01L51/50 (2006.01)

H01L51/56 (2006.01)

(71) 申請人：逢甲大學 (中華民國) FENG CHIA UNIVERSITY (TW)

臺中市西屯區文華路 100 號

(72) 發明人：賴俊峰 LAI, CHUN FENG (TW)

(74) 代理人：陳紹良

(56) 參考文獻：

TW 587187

TW 200521521A

TW 201305234A

TW 201314988A

TW 201411912A

TW 201419579A

CN 100594748C

US 2004245531A1

審查人員：謝馨儀

申請專利範圍項數：31 項 圖式數：7 共 25 頁

(54) 名稱

有機發光裝置及其製作方法

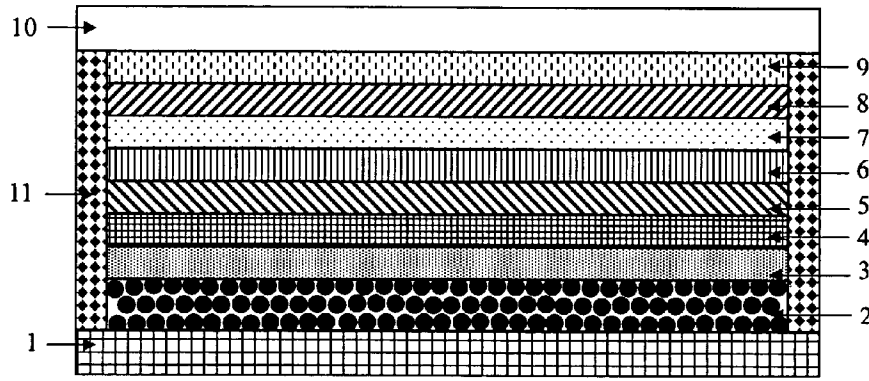
ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODE AND THE MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57) 摘要

一種有機發光裝置及其製作方法，其有機發光裝置結構係於一第一基板上依序層疊一光子晶體層、一陰極電極層、一電子注入層、一電子傳輸層、一發光層、一電洞傳輸層、一電洞注入層、一陽極電極層以及一第二基板，並將一密封層，配置於前述各層之兩側；且該有機發光裝置之製作方法的特徵在於該陰極電極層、該電子注入層、該電子傳輸層、該發光層、該電洞傳輸層、該電洞注入層、該陽極電極層以及該第二基板，均係以遠程電漿離子法製作。

An organic light-emitting diode and its' manufacturing method. The structure of this organic light-emitting diode is including a first plate, and a photonic crystal layer is above the first plate. Using a remotely plasma sputtering method to stack other layers sequentially. The serial of layers on the photonic crystal layer are a cathode layer, an electronic inject layer, an electronic transfer layer, a light emitting layer, a hole transfer layer, a hole inject layer, and an anode layer. Covering the anode layer is a second plate. Finally, sealing and forming a seal layer around the above layers' lateral sides.

指定代表圖：



第 1 圖

符號簡單說明：

- 1 . . . 第一基板
- 2 . . . 光子晶體層
- 3 . . . 陰極電極層
- 4 . . . 電子注入層
- 5 . . . 電子傳輸層
- 6 . . . 發光層
- 7 . . . 電洞傳輸層
- 8 . . . 電洞注入層
- 9 . . . 陽極電極層
- 10 . . . 第二基板
- 11 . . . 密封層

## 發明摘要

※ 申請案號：103123010

※ 申請日：103. 7. 03

※IPC 分類：H01L 51/50 (2006.01)  
H01L 51/56 (2006.01)

【發明名稱】有機發光裝置及其製作方法

Organic light-emitting diode and the manufacturing method thereof

【中文】

一種有機發光裝置及其製作方法，其有機發光裝置結構係於一第一基板上依序層疊一光子晶體層、一陰極電極層、一電子注入層、一電子傳輸層、一發光層、一電洞傳輸層、一電洞注入層、一陽極電極層以及一第二基板，並將一密封層，配置於前述各層之兩側；且該有機發光裝置之製作方法的特徵在於該陰極電極層、該電子注入層、該電子傳輸層、該發光層、該電洞傳輸層、該電洞注入層、該陽極電極層以及該第二基板，均係以遠程電漿離子法製作。

【英文】

An organic light-emitting diode and its' manufacturing method. The structure of this organic light-emitting diode is including a first plate, and a photonic crystal layer is above the first plate. Using a remotely plasma sputtering method to stack other layers sequentially. The serial of layers on the photonic crystal layer are a cathode layer, an electronic inject layer, an electronic transfer layer, a light emitting layer, a hole transfer layer, a hole inject layer, and an anode layer. Covering the anode layer is a second plate. Finally, sealing and

forming a seal layer around the above layers' lateral sides.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**第（ 1 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

- 1 第一基板
- 2 光子晶體層
- 3 陰極電極層
- 4 電子注入層
- 5 電子傳輸層
- 6 發光層
- 7 電洞傳輸層
- 8 電洞注入層
- 9 陽極電極層
- 10 第二基板
- 11 密封層

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

**【發明名稱】** 有機發光裝置及其製作方法

Organic light-emitting diode and the manufacturing method thereof

**【技術領域】**

**【0001】** 一種有機發光裝置及其製作方法，尤指一種以離子濺鍍法形成之有機發光裝置及其製作方法。

**【先前技術】**

**【0002】** 有機發光二極體(Organic Light Emitting Diode ; OLED)係指以有機化合物作為發光材料之發光二極體。有機發光二極體具有自發光、輕薄、廣視角、高亮度以及省電等優良特性，其傳統發光結構係由金屬陰極、電子傳輸層(Electron Transport Layer ; ETL)、發光材料層(Emitting Material Layer ; EML)、電洞傳輸層(Hole Transport Layer ; HTL)和陽極基板，以真空蒸鍍法製作形成之層疊光學薄膜，再藉由施加一偏壓使電子和電洞分別經過電洞傳輸層和電子傳輸層後，進入發光材料層與有機化合物再結合而產生激發光子，激發光子將釋出能量而回到基態，此時能量之釋出約僅25%能夠轉換為光的形態被釋出，剩餘75%能量以熱能形式釋出，因此發光效率並不高，然而常見的光能耗失形式有如下四種(1)表面電漿共振模態(Surface Plasmon Polariton ; SPP)、(2)光波導模態(Waveguide Mode ; WGM)、(3)基板模態(Substrate Mode)和(4)電極吸收(Electrode Adsorption)。由此可知有機發光二極體雖較發光二極體(Light Emitting Diode ; LED)更具有應用優勢，但必須藉由減少能量耗損以提高其發光效率才能被業界接受而被廣泛

應用，本發明即揭示一種有機發光二極體之改良結構與改良製作方法，以改善傳統有機發光二極體之光能損失同時提高其發光效率。

### 【發明內容】

【0003】 本發明提供一種有機發光裝置，係以遠程電漿離子濺鍍法製作之有機發光裝置，且於有機發光裝置中層疊一週期性奈米結構，以改善傳統有機發光二極體之發光效率。

【0004】 一種有機發光裝置，包含：一第一基板；一光子晶體層，配置於第一基板之上；一陰極電極層，配置於光子晶體層之上；一電子注入層，配置於陰極電極層之上；一電子傳輸層，配置於電子注入層之上；一發光層，配置於電子傳輸層之上；一電洞傳輸層，配置於發光層之上；一電洞注入層，配置於電洞傳輸層上；一陽極電極層，配置於電洞注入層之上；一第二基板，配置於陽極電極層之上；以及一密封層，配置於光子晶體層、陰極電極層、電子注入層、電子傳輸層、發光層、電洞傳輸層、電洞注入層與陽極電極層之兩側。

【0005】 本發明之有機發光裝置，以第一基板作為整體結構之底板，可採用玻璃、塑膠、矽、陶瓷和半導體材料或具有絕緣表面層之金屬及電路板材料，可視使用需求選擇。

【0006】 光子晶體層係以多層粒徑之三維光子晶體與紫外光膠混合製作而成，由於不同粒徑之三維光子晶體可以反射不同的特定波長，亦即結合多層不同粒徑之三維光子晶體將使光子晶體層對反射波長具有選擇性，因此本發明之有機發光裝置的發光光譜將受到第一基板的強反射作用而能夠提升其發光效率，同時奈米三維光子晶體其表面具有週期性結構，

可以破壞陰極電極層的表面電漿子共振，即能夠降低表面電漿共振模態形式的能量耗損，有益於提升發光裝置之光取出效率。本發明之不同粒徑三維光子晶體可採用金屬、無機化合物、有機化合物或其組合進行製作，其中金屬包含Au、Ag、Cu、Fe、Co、Ni、Pd、Pt、Al、Si、Ti、Zn、Zr、V、Nb、Mo、W、Mn或其組合；無機化合物包含Ag<sub>2</sub>O、CuO、ZnO、CdO、NiO、PdO、CoO、MgO、SiO<sub>2</sub>、SnO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、HfO<sub>2</sub>、ThO<sub>2</sub>、CeO<sub>2</sub>、CoO<sub>2</sub>、MnO<sub>2</sub>、IrO<sub>2</sub>、VO<sub>2</sub>、WO<sub>3</sub>、MoO<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdS、CdSe、CdTe、FeS、FeSe、FeTe、CoS、CoSe、CoTe、NiS、NiSe、NiTe、PbS、PbSe、PbTe、MnS、MnSe、MnTe、SnS、SnSe、SnTe、MoS<sub>2</sub>、MoSe<sub>2</sub>、MoTe<sub>2</sub>、WS<sub>2</sub>、WSe<sub>2</sub>、WTe<sub>2</sub>、Cu<sub>2</sub>S、Cu<sub>2</sub>Se、Cu<sub>2</sub>Te、Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>、SiC、TiC、ZrC、WC、NbC、TaC、Mo<sub>2</sub>C、BN、AlN、TiN、ZrN、VN、NbN、TaN、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、Zr<sub>3</sub>N<sub>4</sub>或其組合；有機化合物包含烷氧化物系列、苯乙烯系列、甲基丙烯酸甲酯系列、馬來酸系列、乳酸系列、胺基酸系列的聚合物或其組合。光子晶體層中的紫外光膠作用在於混合前述不同粒徑之三維光子晶體，以形成多層粒徑之三維光子晶體混膠體層，藉由紫外光膠增強整體光子晶體層之結構強度並填補空隙，而紫外光膠可以丙烯酸酯系列化合物、苯乙烯系列化合物、丙烯酸系列化合物或其組合作為單體成份用於製作光子晶體層。

**【0007】** 陰極電極層為一金屬電極，其材質選用常見活性較大之具有低功函數(Work Function)之金屬如鋁、鎂、鋰、銀、鈣或前述之金屬氟化物。

**【0008】** 電子注入層之材質則選用鹼金屬氧化物或鹼金屬氟化物，以

降低陰極電極層與電子傳輸層之能障，亦即可降低驅動電壓。

【0009】 電子傳輸層選用較高電子遷移率(Electron Mobility)之材料如，2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1-H-苯並咪唑)(簡稱TPBI；全名2,2',2''-(1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole))、2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-鄰二氮雜菲(簡稱BCP；全名2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline)、4,7-二苯-1,10-啡啉(簡稱BPHEN；全名4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline)、1,3-雙[5-(4-(二甲基乙基)苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱OXD-7；全名1,3-Bis[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol-5-yl]benzene)、雙(10-羥基苯并[h]-喹啉)(簡稱Bebq<sub>2</sub>；全名Bis(10-hydroxybenzo[h]quinolinato)beryllium)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉-N1,O8)-(1,1'-聯苯-4-羥基)鋁(簡稱BAIq；全名Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminum)或雙(8-羥基喹啉)鋅(簡稱Znq<sub>2</sub>；全名bis(8-hydroxyquinoline) zinc)。

【0010】 有機發光裝置之有機材料發光層材質包含有機螢光發光材料、有機磷光發光材料或其組合，其中螢光發光材料包含三(8-羥基喹啉)鋁(簡稱Alq<sub>3</sub>；全名Tris(8-hydroxy-quinolinato)aluminium)、9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱ADN；全名9,10-Di(naphtha-2-yl)anthracene)、4,4'-二(2,2-二苯基-乙烯-1-基)-二苯基(簡稱DPVBI；全名4,4'-Bis(2,2-diphenyl-ethen-1-yl)biphenyl)、1,3-二-9-噁唑基苯(簡稱MCP；全名1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzene)、1,3,5-三(9-呋唑基)苯(簡稱TCP；全名1,3,5-Tris(carbazol-9-yl)benzene)、4,4',4''-三(呋唑-9-基)三苯胺(簡稱TCTA；全名4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)triphenylamine)、4,4'-二(9-噁唑)聯苯(簡稱CBP；全名4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl)、2,6'-雙



(3-(9*H*-噻唑-9-基)苯基)吡啶(簡稱26DCzPPy；全名 2,6'-Bis(3-(9*H*-carbazol-9-yl)phenyl)pyridine)、2,3,6,7-四氫-1,1,7,7-四甲基-1*H*,5*H*,11*H*-10-(2-苯並噻唑基)-喹啉並[9,9*A*,1*GH*]香豆素(簡稱C545T；全名 2,3,6,7-Tetrahydro-1,1,7,7-tetramethyl-1*H*,5*H*,11*H*-10-(2-benzothiazolyl)quinolizino-[9,9*a*,1*gh*]coumarin)、二萘嵌苯(全名Perylene)、2,5,8,11-四第三丁基芘(簡稱TBPe；全名2,5,8,11-Tetra-tert-butylperylene)、4,4'-雙[4-(二對甲苯基氨基)苯乙烯基]聯苯(簡稱DPAVBi；全名 4,4'-bis[4-(di-*p*-tolylamino)styryl]biphenyl)、4-(二氰乙基)-2-叔丁基-6-(1,1,7,7-四甲基久落尼定基-4-乙基)-4*H*-吡喃(簡稱DCJTB；全名 4-(Dicyanomethylene)-2-tert-butyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidin-4-yl-vinyl)-4*H*-pyran)、5,6,11,12-四苯基并四苯(簡稱Rubrene；全名 (5,6,11,12)-Tetraphenylnaphthacene)或其組合；磷光發光材料則包含三(2-苯基吡啶)合銱(III)(簡稱Ir(ppy)<sub>3</sub>；全名Tris(2-phenylpyridine)iridium(III))、雙(3,5-二氟代-2-(2-吡啶基)苯基-(2-羧基吡啶基)銱(III)(簡稱FirPic；全名 Bis(3,5-difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl-(2carboxypyridyl)iridium(III))、乙醯丙酮酸二(2-苯基苯並噻唑)合銱(III)(簡稱Ir(BT)<sub>2</sub>(acac)；全名 Bis(2-phenylbenzothiazolato)(acetylacetonate)iridium(III))、乙醯丙酮酸二(1-苯基異喹啉)合銱(III)(簡稱Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)；全名 Bis(1-phenylisoquinoline)(acetylacetonate)iridium(III))、三(2-(2-喹啉基)苯基)銱(簡稱Ir(2-phq)<sub>3</sub>；全名Tris(2-phenylquinoline)iridium(III))、三(1-苯基-異喹啉)合銱(III)(簡稱Ir(piq)<sub>3</sub>；全名Tris(1-phenylisoquinoline)iridium(III))或其組合。

【0011】 電洞傳輸層之材質包含4,4'-雙(N-(1-萘基)-N-苯胺)聯苯(簡稱NPB；全名N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine)、N,N'-雙(3-甲苯基)-N,N'-二苯基聯苯胺(簡稱TAD；全名N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine)或雙[4-(N,N-二對甲苯氨基)苯基]環己烷(簡稱TAPC；全名Di-[4-(N,N-ditolyl-amino)-phenyl]cyclohexane)用以提高電洞傳輸速率。

【0012】 電洞注入層之材質包含酞菁銅(簡稱CuPc；全名Phthalocyanine Copper complex)、4,4',4''-三(N-3-甲基苯基-N-苯基氨基)三苯胺(簡稱m-MTDATA；全名4,4',4''-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)triphenylamine)、4,4',4''-三(N-(2-萘基)-N-苯基-胺基)三苯基胺(簡稱2T-NATA；全名4,4',4''-Tris(N-(2-naphthyl)-N-phenyl-amino)triphenylamine)或四氟四氰基苯醌二甲烷(簡稱F4-TCNQ；全名2,3,5,6-Tetrafluoro-7,7,8,8,-tetracyano-quinodimethane)以降低陽極電極層與電洞傳輸層之能障，亦即可降低驅動電壓。

【0013】 陽極電極層為一透明導電層，材質可選用具有高功函數之材料，如氧化銦錫、氧化銦鋅、氧化鋅、氧化鋁鋅或氧化錫氟。

【0014】 第二基板覆蓋在陽極電極層之上，作為出光面，其材質選用有良好透光效果之玻璃或塑膠。

【0015】 密封層之材質為光學膠，密封層可作為上述之發光裝置的結構屏障，用以隔絕內部發光裝置主結構與外界水分或空氣的接觸，以防進一步產生不必要之水合物，而使得發光效率降低。

【0016】 本發明之有機發光裝置製作方法，其特徵在於自光子晶體層上之各層係以遠程電漿離子濺鍍法所製作，依序鍍上陰極電極層、電子注入層、電子傳輸層、發光層、電洞傳輸層、電洞注入層和陽極電極層。

【0017】 遠程電漿離子製程有別於傳統有機發光裝置所採用的真空蒸鍍法有所不同，一般真空蒸鍍係將靶材於真空容室中蒸發成氣相原子或分子，藉由碰撞待鍍物表面而凝結成薄膜，由於將材料進行加熱汽化昇華的過程會有大量材料流失，且真空容室設置成本較高，待鍍物表面溫度與靶材之蒸發速率控制不易，成品常有沉積表面不均勻、沉積薄膜易脫落與良率低之缺點。而較佳者係採LED製程之電漿離子法，此法係將靶材設置於陰極，待鍍物設置於陽極，濺鍍機台中施以一高電壓於電極板，使電漿容室內的氣體分子離子化，產生正電離子、負電離子和中性自由分子，以離子轟擊靶材使之產生擊靶原子，擊靶原子進入電漿而擴散沉積至待鍍物表面，藉此可以獲得成膜均一的表面，良率亦較高，但製造過程中常有電漿離子轟擊造成有機靶材損壞的問題，因此本發明之遠程電漿離子法藉由調整濺鍍機台之功率和電漿放電空間，以屏蔽或脫離電漿之電場，使靶材不直接受離子轟擊而改與不帶電之中性自由分子反應，而降低靶材的損壞，節省大量製造的成本。

【0018】 本發明一種有機發光裝置的製作方法，其特徵在於在一濺鍍機台的兩電極板間注入一氣體分子，於兩電極板外放置一光子晶體層，此光子晶體層係形成於一第一基板上，在濺鍍機台的陰極放置一靶材，控制機台施加一功率之電壓，使氣體分子離子化形成一離化氣體，藉由導出離化氣體中之中性自由分子，使之與靶材反應，而產生擊靶原子並於光子晶

體層上沉積，形成一濺鍍薄膜，再以一第二基板覆蓋於濺鍍薄膜上。

【0019】 其中濺鍍機台可選用直流濺鍍機、射頻濺鍍機或磁控濺鍍機，此濺鍍機台所採用之氣體分子為氦、氖、氬、氪、氙或氬等惰性氣體，且使用之濺鍍功率低於100瓦。

【0020】 而有機發光裝置中各層材料之選用，如第一基板可以玻璃、塑膠、半導體材料、矽、陶瓷或具有絕緣表面層之金屬及電路板材料作為底板。靶材則放置各種欲鍍物材料，如金屬材料、電子注入材料、電子傳輸材料、發光材料、電洞傳輸材料、電洞注入材料或透明導電材料，用以形成所需之濺鍍薄膜，因此光子晶體層與第二基板之間形成多層的濺鍍薄膜，其組合可為陰極電極層、電子注入層、電子傳輸層、發光層、電洞傳輸層、電洞注入層與陽極電極層。第二基板則選用可透光之玻璃或塑膠。最後再將第一基板與第二基板之間各層結構以光學膠進行密封，以形成一密封層保護內部結構不受外界因子影響，如與水或氧氣等因子，產生化學反應而變質。

【0021】 本發明揭示一改良之有機發光裝置結構及其製作方法，將光子晶體層設置於第一基板和陰極電極層之間，藉由光子晶體層的奈米週期性結構，減少表面電漿子模態之光能耗損，並增強特定波長的光反射，以提升發光效率，同時據此改良結構輔以低功率之遠程電漿離子法進行製作，以改善成品良率和降低製造成本，進而使業界能夠大量生產此高發光效率之有機發光裝置。

#### 【圖式簡單說明】

【0022】

第1圖為本發明之有機發光裝置結構圖。

第2圖為無光子晶體層實施例對照組圖。

第3圖為本發明之光子晶體層實施例試驗組圖。

第4圖為本發明之有機發光裝置發光光譜圖。

第5圖為本發明之光子晶體微粒掃描式電顯圖。

第6圖為本發明之不同粒徑光子晶體反射光譜圖。

第7圖為本發明之光子晶體層掃描式電顯圖。

### 【實施方式】

【0023】 本發明之高效率有機發光裝置，將於實施方式中闡釋其改良結構並提出一優化製作方式供業界利用，其整體結構請參考第1圖，第1圖為本發明之有機發光裝置結構圖。本發明之一種有機發光裝置，包含：一第一基板1；一光子晶體層2，配置於第一基板1之上；一陰極電極層3，配置於光子晶體層2之上；一電子注入層4，配置於陰極電極層3之上；一電子傳輸層5，配置於電子注入層4之上；一發光層6，配置於電子傳輸層5之上；一電洞傳輸層7，配置於發光層6之上；一電洞注入層8，配置於電洞傳輸層7上；一陽極電極層9，配置於電洞注入層8之上；一第二基板10，配置於陽極電極層9之上；以及一密封層11，配置於光子晶體層2、陰極電極層3、電子注入層4、電子傳輸層5、發光層6、電洞傳輸層7、電洞注入層8與陽極電極層9之兩側。

【0024】 第一基板1作為底板，第一基板1可為玻璃、塑膠、半導體材料、矽、陶瓷或具有絕緣表面層之金屬及電路板材料，本實施例採用玻璃為第一基板1；並於第一基板1上建置光子晶體層2，本發明之光子晶體層2

係以不同粒徑之奈米級三維光子晶體微粒與紫外光膠混合而成，三維光子晶體之材料可包含金屬、無機化合物、有機化合物或其組合，而本實施例之三維光子晶體微粒材料為苯乙烯，紫外光膠則包含以丙烯酸酯系列化合物、苯乙烯系列化合物、丙烯酸系列化合物或其組合，本實施例選用甲基丙烯酸酯為單體作為材料組合；陰極電極層3為一金屬電極，其材質選自鋁、鎂、鋰、銀、鈣或前述之金屬氟化物，本實施例採用金屬鋁；電子注入層4為鹼金屬氧化物或鹼金屬氟化物，本實施例採用氟化鋰；電子傳輸層5 可為TPBI、BCP、BPHEEN、OXD-7、Bebq<sub>2</sub>、BAIq或Znq<sub>2</sub>，本實施例採用TPBI；而發光層6則由有機材料發光層材質包含有機螢光發光材料、有機磷光發光材料或其組合，其中螢光發光材料包含Alq<sub>3</sub>、AND、DPVBI、MCP、TCP、TCTA、CBP、26DCzPPy、C545T、Perylene、TBPe、DPAVBi、DCJTb、Rubrene或其組合，磷光發光材料則包含Ir(ppy)<sub>3</sub>、FirPic、Ir(BT)<sub>2</sub>(acac)、Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)、Ir(2-phq)<sub>3</sub>、Ir(piq)<sub>3</sub>或其組合，本實施例係Alq<sub>3</sub>作為主體發光材料，參雜Perylene作為一藍光發光層、以Alq<sub>3</sub>參雜C545T形成一綠光發光層和以Alq<sub>3</sub>參雜DCJTb形成一紅光發光層，堆疊藍光發光層、綠光發光層和紅光發光層以建置本實施例之有機發光層；電洞傳輸層7可以選用NPB、TAD或TAPC，本實施例係選用NPB；電洞注入層8 可以為CuPc、m-MTDATA、2T-NATA或F4-TCNQ本實施例採CuPc；陽極電極層9可為氧化銻錫、氧化銻鋅、氧化鋅、氧化鋁鋅或氧化錫氟，本實施例為氧化銻錫；第二基板10設置於陽及電極層之上，本實施例中採用高透光材質之玻璃作為第二基板10；最後封裝光學膠以建置密封層11，即可建置出本發明優化之高效率發光裝置結構。

【0025】 將上述本發明之有機發光裝置進行表面電漿共振模擬試驗，請參考第2圖，第2圖為無光子晶體層實施例對照組圖，再參考第3圖，第3圖為本發明之光子晶體層實施例試驗組圖，證明光子晶體層表面之間隙可以破壞金屬電極之表面電漿子共振的效果，且為證明此技術有益於提高光取出效率，請參考下表，下表為偵測本發明之有機發光裝置之外部量子效率(External Quantum Efficiency)結果對照表，結果顯示有三維光子晶體層之發光裝置，其外部量子效率為21.0%，相較無三維光子晶體層之對照組為14.3%，本發明之有機發光裝置可提升46.9%之發光效率，同時請參照第4圖，第4圖為本發明之有機發光裝置發光光譜圖，虛線為不含三維光子晶體層之對照組，實線為含有三維光子晶體層之有機發光裝置，結果顯示本發明確實能夠有效提升發光裝置的可見光強度。

樣本	外部量子效率(%)	相關色溫	效率提升幅度(%)
無三維光子晶體	14.3	3120	N/A
有三維光子晶體	21.0	3076	46.9

【0026】 本發明之高效率有機發光裝置其結構如上所述，然本發明亦提供一有機發光裝置之製作方法，以上述本發明之發光裝置所採用的材料為一實施例，以了解本發明之有機發光裝置之製作方法的技術意涵，其製作方法具體步驟如下述：步驟A提供一濺鍍機台，該濺鍍機台包含一陽極與一陰極，並於該濺鍍機台的該陽極與該陰極相對區域間注入一氣體分子，本實施例採用直流濺鍍機，並於該濺鍍機台的該陽極與該陰極相對區域間注入惰性氣體如氬氣。

【0027】 步驟B於該濺鍍機台的該陽極與該陰極之相對區域外設置

一靶材沉降區，並在該靶材沉降區放置一被濺鍍物，此被濺鍍物即為第一基板1和設置於其上之光子晶體層2，本實施例中第一基板1為玻璃，而光子晶體層2係以不同粒徑之奈米級三維光子晶體微粒與紫外光膠混合製作而成，其中三維光子晶體微粒可以苯乙烯製作，請參考第5圖，第5圖為本發明之光子晶體微粒掃描式電顯圖，本發明選擇結合200、230、250 nm三種不同粒徑之光子晶體微粒，其癥結點在於不同粒徑之三為光子晶體微粒可反射不同範圍之可見光波段，請參考第6圖，第6圖為本發明之不同粒徑光子晶體反射光譜圖，證明當三維光子晶體粒徑為200 nm時，可反射460 nm附近波長之藍光、粒徑為230 nm時，可反射550 nm附近波長之綠光、粒徑為250 nm時，則可反射600 nm附近波長之紅光，因此選用此三種粒徑之三為光子晶體微粒，以提升發光裝置對可見光之發光強度，將不同粒徑之三為光子晶體混合丙烯酸甲酯單體為主劑之紫外光膠，如甲基丙烯酸甲酯，並加入光敏劑，塗佈於第一基板上，並放置在波長約為350至370 nm之紫外光燈下照射15至20分鐘，使其於第一基板上均勻固化形成光子晶體層，請參考第7圖，第7圖為本發明之光子晶體層掃描式電顯圖，對照第5圖與第7圖可以發現紫外光膠能夠填充其微粒之間隙，此舉有益於提升整體結構之使用強度和耐性。

**【0028】** 步驟C在該陰極放置一靶材，並施加一功率之高壓電場，使該氣體分子離子化形成一離化氣體，本實施例採用鋁金屬，並施加一低功率之高壓電場，本實施例設定濺鍍條件使其功率為1瓦至100瓦之間，通以直流電源使腔室內產生一高壓，使惰性氣體離子化，同時產生大量正、負電離子和中性自由分子，機台可配置有接地線，將帶電離子導離陰極。



【0029】 步驟D該離化氣體之中性分子與該靶材反應，使該靶材產生之轟擊原子沉積在該被濺鍍物之表面，並形成一沉積薄膜層，本實施例中即陰極電極層3。

【0030】 步驟E置換該陰極之該靶材的材料，將步驟D之包含該沉積薄膜層之該被濺鍍物放置於該靶材沉降區，供該靶材產生之轟擊原子沉積於該沉積薄膜層之表面，並藉此形成一多層結構，本實施例中即置換該陰極之該靶材的材料為氟化鋰，將步驟D之已濺鍍上一沉積薄膜層之該被濺鍍物放置於該靶材沉降區，即已層疊上陰極電極層3之第一基板1和光子晶體層2，作為供該靶材之轟擊原子沉積之表面，再形成一另一沉積薄膜層，在本實施例中即為電子注入層4，再置換靶材為TPBI，以層疊上電子傳輸層5，而發光層6則分別對不同色光進行濺鍍，首先可先以Alq<sub>3</sub>作為主體發光材料，參雜Perylene作為藍光發光層之濺鍍用靶材，於電子傳輸層4上濺鍍形成一藍光發光層，以Alq<sub>3</sub>參雜C545T形成一綠光發光層，以Alq<sub>3</sub>參雜DCJTb形成一紅光發光層，層疊藍光、綠光和紅光三層作為發光層6，再以NPB作為靶材濺鍍形成電洞傳輸層7，以CuPC作為靶材在電洞傳輸層7上形成電洞注入層8，最後選用ITO作為靶材，以形成陽極電極層9，並藉此形成一多層結構。

【0031】 步驟F將一第二基板設置於該多層結構上，本實施例中採用高透光材質之玻璃作為第二基板10。此時發光裝置的製造程序已完成，最後再注入光學膠包覆上述各層之兩側，以密封整體主結構並形成密封層11，完成發光裝置之封裝程序。

【0032】 本發明之一種有機發光裝置及其製作方法，旨在提供業界一

改良之有機發光裝置結構，降低光能耗散以提升光利用率，並揭示一優化的有機發光裝置製作方法，使相關業者能夠據此以實施本發明之高效率有機發光裝置，甚至以此方法製作其他有機發光裝置，而促進產業發展，不枉本發明之初衷。

### 【符號說明】

#### 【0033】

- 1 第一基板
- 2 光子晶體層
- 3 陰極電極層
- 4 電子注入層
- 5 電子傳輸層
- 6 發光層
- 7 電洞傳輸層
- 8 電洞注入層
- 9 陽極電極層
- 10 第二基板
- 11 密封層

### 【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】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

### 【序列表】(請換頁單獨記載)

## 申請專利範圍

1. 一種有機發光裝置，包含：

—第一基板；

—光子晶體層，配置於該第一基板之上；

—陰極電極層，配置於該光子晶體層之上；

—電子注入層，配置於該陰極電極層之上；

—電子傳輸層，配置於該電子注入層之上；

—發光層，配置於該電子傳輸層之上；

—電洞傳輸層，配置於該發光層之上；

—電洞注入層，配置於該電洞傳輸層上；

—陽極電極層，配置於該電洞注入層之上；

—第二基板，配置於該陽極電極層之上；以及

—密封層，配置於該光子晶體層、該陰極電極層、該電子注入層、該電子傳輸層、該發光層、該電洞傳輸層、該電洞注入層與該陽極電極層之兩側，其中該光子晶體層包含一多層粒徑之三維光子晶體與一紫外光膠。

2. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該第一基板為玻璃、塑膠、半導體材料、矽、陶瓷或具有絕緣表面層之金屬及電路板材料。

3. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該多層粒徑之三維光子晶體包含一金屬、一無機化合物、一有機化合物或其組合。

4. 如申請專利範圍3所述之有機發光裝置，其中該金屬包含Au、Ag、Cu、Fe、Co、Ni、Pd、Pt、Al、Si、Ti、Zn、Zr、V、Nb、Mo、W、Mn或其組

合。

5. 如申請專利範圍3所述之有機發光裝置，其中該無機化合物包含 $\text{Ag}_2\text{O}$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{CdO}$ 、 $\text{NiO}$ 、 $\text{PdO}$ 、 $\text{CoO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{ThO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{CoO}_2$ 、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{IrO}_2$ 、 $\text{VO}_2$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{MoO}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{ZnS}$ 、 $\text{ZnSe}$ 、 $\text{ZnTe}$ 、 $\text{CdS}$ 、 $\text{CdSe}$ 、 $\text{CdTe}$ 、 $\text{FeS}$ 、 $\text{FeSe}$ 、 $\text{FeTe}$ 、 $\text{CoS}$ 、 $\text{CoSe}$ 、 $\text{CoTe}$ 、 $\text{NiS}$ 、 $\text{NiSe}$ 、 $\text{NiTe}$ 、 $\text{PbS}$ 、 $\text{PbSe}$ 、 $\text{PbTe}$ 、 $\text{MnS}$ 、 $\text{MnSe}$ 、 $\text{MnTe}$ 、 $\text{SnS}$ 、 $\text{SnSe}$ 、 $\text{SnTe}$ 、 $\text{MoS}_2$ 、 $\text{MoSe}_2$ 、 $\text{MoTe}_2$ 、 $\text{WS}_2$ 、 $\text{WSe}_2$ 、 $\text{WTe}_2$ 、 $\text{Cu}_2\text{S}$ 、 $\text{Cu}_2\text{Se}$ 、 $\text{Cu}_2\text{Te}$ 、 $\text{Bi}_2\text{S}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{TiC}$ 、 $\text{ZrC}$ 、 $\text{WC}$ 、 $\text{NbC}$ 、 $\text{TaC}$ 、 $\text{Mo}_2\text{C}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{TiN}$ 、 $\text{ZrN}$ 、 $\text{VN}$ 、 $\text{NbN}$ 、 $\text{TaN}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{Zr}_3\text{N}_4$ 或其組合。

6. 如申請專利範圍3所述之有機發光裝置，其中該有機化合物包含烷氧化物系列、苯乙烯系列、甲基丙烯酸甲酯系列、馬來酸系列、乳酸系列、胺基酸系列的聚合物或其組合。

7. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該紫外光膠包含以丙烯酸酯系列化合物、苯乙烯系列化合物、丙烯酸系列化合物或其組合。

8. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該陰極電極層為一金屬電極。

9. 如申請專利範圍8所述之有機發光裝置，其中該金屬電極之材質包含鋁、鎂、鋰、銀、鈣或前述之金屬氟化物。

10. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該電子注入層之材質包含鹼金屬氧化物或鹼金屬氟化物。

11. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該電子傳輸層之材質包含

2',2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1-H-苯並咪唑)、2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-鄰二氮雜菲、4,7-二苯-1,10-啡啉、1,3-雙[5-(4-(二甲基乙基)苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯、雙(10-羥基苯并[h]-喹啉)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉-N1,O8)-(1,1'-聯苯-4-羥基)鋁或雙(8-羥基喹啉)鋅。

12. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該發光層之材質包含一螢光發光材料、一磷光發光材料或其組合。

13. 如申請專利範圍12所述之有機發光裝置，其中該螢光發光材料包含三(8-羥基喹啉)鋁、9,10-二(2-萘基)蒽、4,4'-二(2,2-二苯基-乙烯-1-基)-二苯基、1,3-二-9-噁唑基苯、1,3,5-三(9-呋唑基)苯、4,4',4''-三(呋唑-9-基)三苯胺、4,4'-二(9-噁唑)聯苯、2,6'-雙(3-(9H-噁唑-9-基)苯基)吡啶、2,3,6,7-四氫-1,1,7,7-四甲基-1H,5H,11H-10-(2-苯並噁唑基)-喹啉並[9,9A,1GH]香豆素、二萘嵌苯、2,5,8,11-四第三丁基芘、4,4'-雙[4-(二對甲苯基氨基)苯乙炔基]聯苯、4-(二氰乙炔基)-2-叔丁基-6-(1,1,7,7-四甲基久落尼定基-4-乙炔基)-4H-吡喃、5,6,11,12-四苯基并四苯或其組合。

14. 如申請專利範圍12所述之有機發光裝置，其中該磷光發光材料包含三(2-苯基吡啶)合銦(III)、雙(3,5-二氟代-2-(2-吡啶基)苯基)-(2-羧基吡啶基)銦(III)、乙醯丙酮酸二(2-苯基苯並噁唑)合銦(III)、乙醯丙酮酸二(1-苯基異喹啉)合銦(III)、三(2-(2-喹啉基)苯基)銦、三(1-苯基-異喹啉)合銦(III)或其組合。

15. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該電洞傳輸層之材質包含4,4'-雙(N-(1-萘基)-N-苯胺)聯苯、N,N'-雙(3-甲苯基)-N,N'-二苯基聯苯胺或雙[4-(N,N-二對甲苯基氨基)苯基]環己烷。

16. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該電洞注入層之材質包含

酞菁銅、4,4',4''-三(N-3-甲基苯基-N-苯基氨基)三苯胺、4,4',4''-三(N-(2-萘基)-N-苯基-胺基)三苯基胺或四氟四氰基苯醌二甲烷。

17. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該陽極電極層為一透明導電層。

18. 如申請專利範圍17所述之有機發光裝置，其中該透明導電層之材質包含氧化銦錫、氧化銦鋅、氧化鋅、氧化鋁鋅或氧化錫氟。

19. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該第二基板為玻璃或塑膠。

20. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該密封層之材質為光學膠。

21. 如申請專利範圍1所述之有機發光裝置，其中該光子晶體層上之各層係以遠程電漿離子濺鍍法所製作，依序鍍上該陰極電極層、該電子注入層、該電子傳輸層、該發光層、該電洞傳輸層、該電洞注入層和該陽極電極層。

22. 一種有機發光裝置的製作方法，其步驟依序為：

A.提供一濺鍍機台，該濺鍍機台包含一陽極與一陰極，並於該濺鍍機台的該陽極與該陰極相對區域間注入一氣體分子；

B.於該濺鍍機台的該陽極與該陰極之相對區域外設置一靶材沉降區，並在該靶材沉降區放置一被濺鍍物；

C.在該陰極放置一靶材，並施加一功率之高壓電場，使該氣體分子離子化形成一離化氣體；

D.該離化氣體之中性分子與該靶材反應，使該靶材產生之轟擊原子沉積在該被濺鍍物之表面，並形成一沉積薄膜層；

E.置換該陰極之該靶材的材料，將步驟D之包含該沉積薄膜層之該被濺鍍物放置於該靶材沉降區，供該靶材產生之轟擊原子沉積於該沉積薄膜層之表

面，並藉此形成一多層結構；

F.將一第二基板設置於該多層結構上。

23. 如申請專利範圍22所述之有機發光裝置的製作方法，其中步驟A的該濺鍍機台包含直流濺鍍機、射頻濺鍍機或磁控濺鍍機。

24. 如申請專利範圍22所述之有機發光裝置的製作方法，其中步驟B的該被濺鍍物包含一光子晶體層，且該光子晶體層之材料包含一金屬、一無機化合物、一有機化合物或其組合。

25. 如申請專利範圍24所述之有機發光裝置的製作方法，其中該光子晶體層係形成於一第一基板上，且該第一基板包含玻璃、塑膠、半導體材料、矽、陶瓷或具有絕緣表面層之金屬及電路板材料。

26. 如申請專利範圍22所述之有機發光裝置的製作方法，其中步驟C的該靶材之材料依序採用金屬材料、電子注入材料、電子傳輸材料、發光材料、電洞傳輸材料、電洞注入材料或透明導電材料。

27. 如申請專利範圍22所述之有機發光裝置的製作方法，其中步驟A的該氣體分子包含氮、氖、氬、氪、氙或氫等惰性氣體。

28. 如申請專利範圍22所述之有機發光裝置的製作方法，其中步驟C的該功率為1至100瓦。

29. 如申請專利範圍22所述之有機發光裝置的製作方法，其中步驟F的該多層結構係由陰極電極材料、電子注入材料、電子傳輸材料、發光材料、電洞傳輸材料、電洞注入材料與陽極電極材料分別形成之該沉積薄膜層依序層疊之組合。

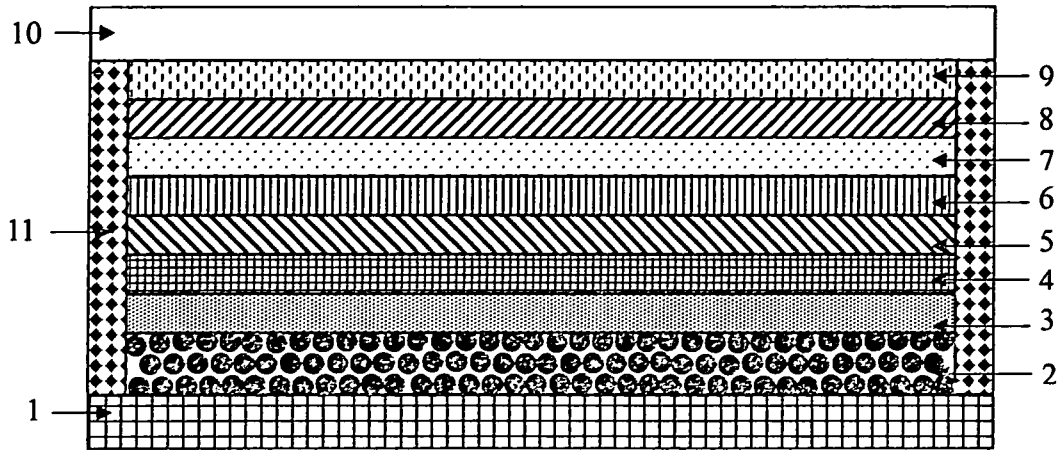
30. 如申請專利範圍22所述之有機發光裝置的製作方法，其中步驟F的該第

二基板包含玻璃或塑膠。

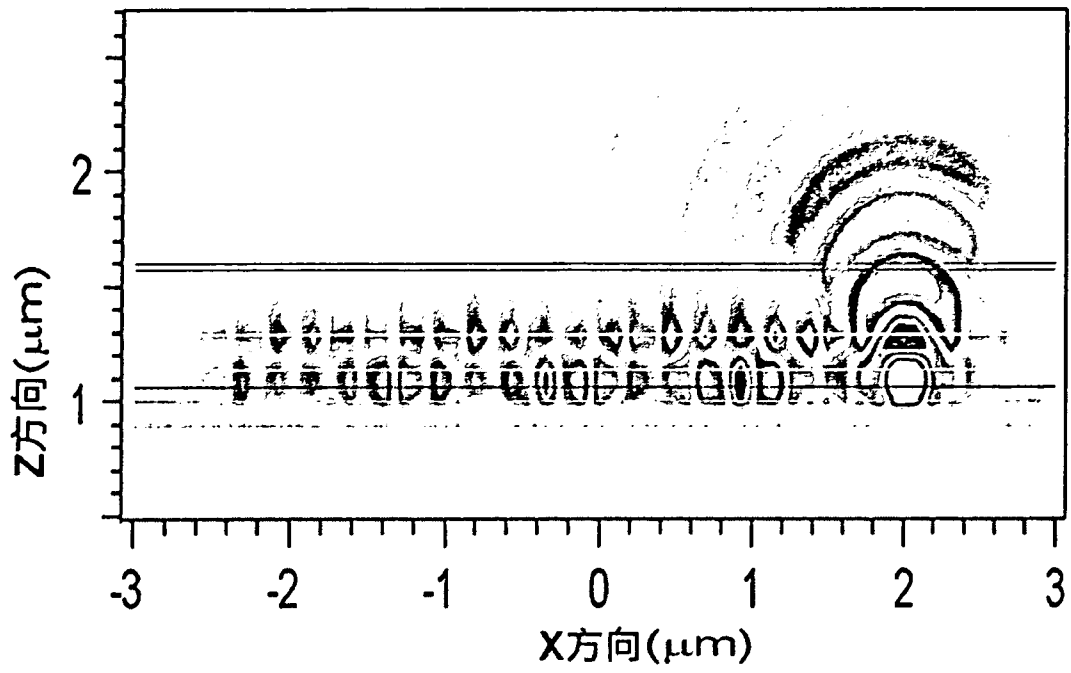
31. 如申請專利範圍22所述之有機發光裝置的製作方法，其中步驟A的該被濺鍍物與步驟F的該第二基板之間係以光學膠填補其空隙。



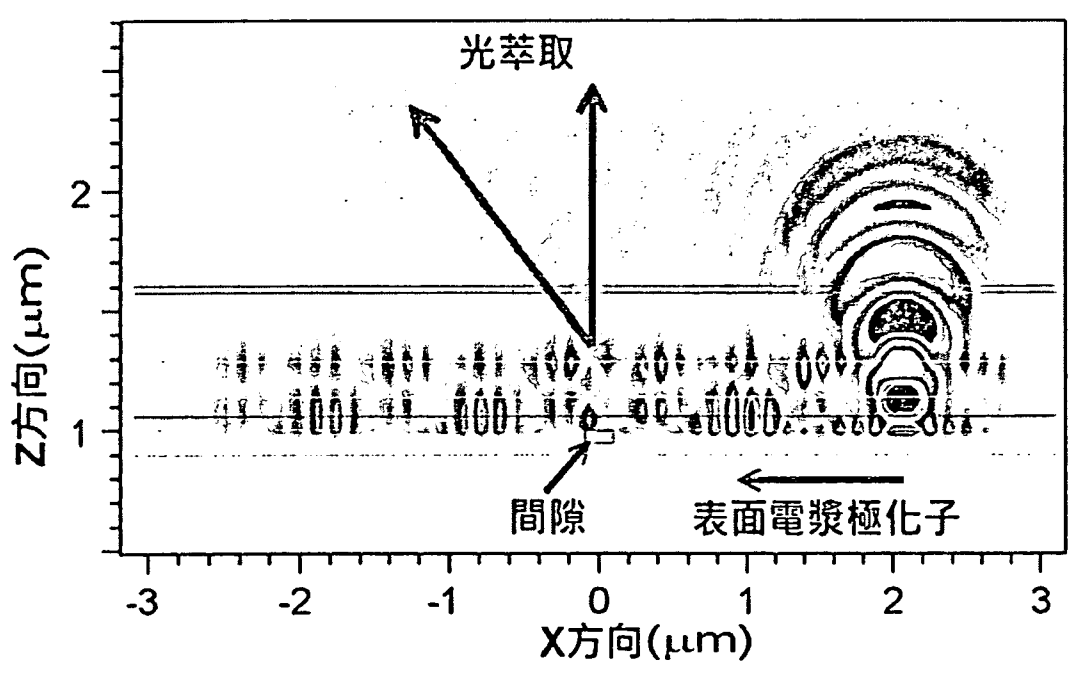
圖式



第1圖



第 2 圖



第 3 圖