



(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 I674682 B

(45) 公告日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 11 日

(21) 申請案號：105128993

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 07 日

(51) Int. Cl. : **H01L33/36 (2010.01)**(71) 申請人：優顯科技股份有限公司 (中華民國) ULTRA DISPLAY TECHNOLOGY CORP.  
(TW)

臺北市信義區忠孝東路 5 段 1 之 1 號 13 樓

(72) 發明人：梶山佳敬 KAJIYAMA, YOSHITAKA (JP)

(74) 代理人：邱珍元

(56) 參考文獻：

US	6,780,696B1	US	7,926,176B2
US	8,349,653B2	US	9,137,935B2

審查人員：黃淑萍

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：6 共 33 頁

(54) 名稱

光電半導體裝置及其製造方法

(57) 摘要

本發明揭露一種光電半導體裝置及其製造方法。光電半導體裝置的製造方法包括以下步驟：一微尺寸光電半導體元件提供步驟、一矩陣基板提供步驟、一電極對位壓合步驟、一電極接合步驟、一照光剝離步驟及一移除步驟。其中，電極接合步驟是提供一第一光線聚光照射至少部分的該些第一電極與該些第三電極的接合處，或至少部分的該些第二電極與該些第四電極的接合處。照光剝離步驟是提供一第二光線聚光照射至少部分的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材的界面，使經第二光線照射的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材剝離。

An optoelectronic semiconductor device and manufacturing method thereof are disclosed. The manufacturing method of the optoelectronic semiconductor device comprises the following steps: a micro-sized photovoltaic semiconductor element supplying step, a matrix substrate supplying step, an electrode alignment and lamination step, an electrode bonding step, an illuminated stripping step and a removing step. Wherein, the electrode bonding step is providing a first light spotlighting at least partial bonding places of the first electrodes and the third electrodes, or at least partial bonding places of the second electrodes and the fourth electrodes. The illuminated stripping step is providing a second light spotlighting at least partial interfaces of the micro-sized photoelectric semiconductor elements and the epitaxial substrate to peel off the micro-sized photoelectric semiconductor elements and the epitaxial substrate.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S01 至 S06 . . . 步驟

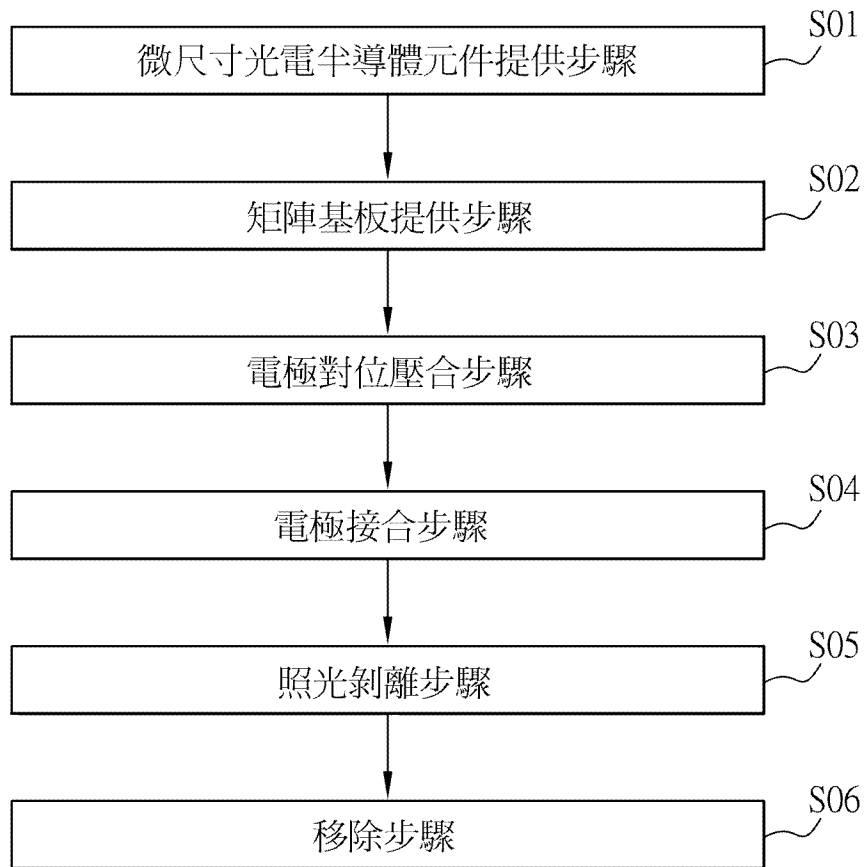


圖 1

I674682

## 發明摘要

※ 申請案號：105128993

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】光電半導體裝置及其製造方法

OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR DEVICE AND  
MANUFACTURING METHOD THEREOF

【中文】

本發明揭露一種光電半導體裝置及其製造方法。光電半導體裝置的製造方法包括以下步驟：一微尺寸光電半導體元件提供步驟、一矩陣基板提供步驟、一電極對位壓合步驟、一電極接合步驟、一照光剝離步驟及一移除步驟。其中，電極接合步驟是提供一第一光線聚光照射至少部分的該些第一電極與該些第三電極的接合處，或至少部分的該些第二電極與該些第四電極的接合處。照光剝離步驟是提供一第二光線聚光照射至少部分的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材的界面，使經第二光線照射的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材剝離。

【英文】

An optoelectronic semiconductor device and manufacturing method thereof are disclosed. The manufacturing method of the optoelectronic semiconductor device comprises the following steps: a micro-sized photovoltaic semiconductor element supplying step, a matrix substrate supplying step, an electrode alignment and lamination step, an electrode bonding step, an illuminated stripping step and a removing step. Wherein, the electrode bonding step is providing a first light spotlighting at least partial bonding places of the first electrodes and the third electrodes, or at least partial bonding places of the second electrodes and the fourth electrodes. The illuminated stripping step is providing a second light spotlighting at least partial interfaces of the micro-sized photoelectric semiconductor elements and the epitaxial substrate to peel off the micro-sized photoelectric semiconductor elements and the epitaxial substrate.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖1。

【本代表圖之符號簡單說明】：

S01 至 S06：步驟

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

## 申請專利範圍

- 1、一種光電半導體裝置的製造方法，包括以下步驟：
  - 一微尺寸光電半導體元件提供步驟：於一磊晶基材上間隔設置多數個微尺寸光電半導體元件，其中各該些微尺寸光電半導體元件分別包含一第一電極與一第二電極；
  - 一矩陣基板提供步驟：於一基材上設置一矩陣電路，其中該矩陣電路包含多數個第三電極與多數個第四電極；
  - 一電極對位壓合步驟：將該磊晶基材與該基材相對壓合，並使至少部分的該些第一電極分別接觸該些第三電極，或使至少部分的該些第二電極分別接觸該些第四電極；
  - 一電極接合步驟：提供一第一光線聚光照射至少部分的該些第一電極與該些第三電極的接合處，或聚光照射至少部分的該些第二電極與該些第四電極的接合處；
  - 一照光剝離步驟：提供一第二光線聚光照射至少部分的該些微尺寸光電半導體元件與該磊晶基材的界面，使經該第二光線照射的該些微尺寸光電半導體元件與該磊晶基材剝離；以及
  - 一移除步驟：移除該磊晶基材。
- 2、如申請專利範圍第 1 項所述的製造方法，其中該電極接合步驟於該照光剝離步驟之前實施、或該電極接合步驟於該照光剝離步驟之後實施、或該電極接合步驟與該照光剝離步驟同時實施。
- 3、如申請專利範圍第 1 項所述的製造方法，其中於該微尺寸光電半導體元件提供步驟中，各該些微尺寸光電半導體元件的邊長分別大於 1 微米，且小於 100 微米。
- 4、如申請專利範圍第 1 項所述的製造方法，其中於該電極接合步驟中，該第一電極與該第三電極的接合處、或該第二電極與該第四電極的接合處的反射率小於 20%。
- 5、如申請專利範圍第 1 項所述的製造方法，其中於該電極接合步驟中，更包括以下步驟：
  - 提供一微透鏡陣列，以透過該微透鏡陣列使該第一光線聚光照射至少部

分的該些第一電極與該些第三電極的接合處，或聚光照射至少部分的該些第二電極與該些第四電極的接合處。

- 6、如申請專利範圍第 1 項所述的製造方法，其中於該照光剝離步驟中，更包括以下步驟：

提供一微透鏡陣列，以透過該微透鏡陣列使該第二光線聚光照射至少部分的該些微尺寸光電半導體元件與該磊晶基材的界面。

- 7、一光電半導體裝置，包括：

一矩陣基板，包含一矩陣電路與一基材，該矩陣電路設置於該基材上；  
以及

多數個微尺寸光電半導體元件，間隔設置於該矩陣電路上；

其中，各該些微尺寸光電半導體元件包含一第一電極與一第二電極，該矩陣電路包含多數個第三電極與多數個第四電極，該些第一電極分別與該些第三電極接合且電性連接，或者該些第二電極分別與該些第四電極接合且電性連接，至少部分的該第一電極與該第三電極的接合處、或至少部分的該第二電極與該第四電極的接合處的反射率小於 20%。

- 8、如申請專利範圍第 7 項所述的光電半導體裝置，其中該基材為軟性基板。

- 9、如申請專利範圍第 7 項所述的光電半導體裝置，其中各該些微尺寸光電半導體元件的邊長分別介於 1 微米與 100 微米之間。

# 發明專利說明書

**【發明名稱】** 光電半導體裝置及其製造方法

OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR DEVICE AND  
MANUFACTURING METHOD THEREOF

**【技術領域】**

**【0001】** 本發明係關於一種半導體裝置，特別是關於一種光電半導體裝置及其製造方法。

**【先前技術】**

**【0002】** 由微發光二極體（Micro LED， $\mu$ LED）所組成的微發光二極體陣列（Micro LED Array）顯示器，相較於傳統液晶顯示器而言，其因無需額外的背光光源，更有助於達成輕量化及薄型化等目的。

**【0003】** 傳統發光二極體（邊長大於 100 微米）在製造光電裝置（例如顯示器）的過程中，是以磊晶（Epitaxy）製程製作發光二極體之後，經半切（電性絕緣）、點測及全切後得到一顆一顆的發光二極體後轉置於一承載基材上，再使用選取頭（pick-up head）自承載基材上一次提取一顆或多顆發光二極體而轉置到例如矩陣電路基板上，再進行後續的其他製程。但是，對於微發光二極體而言，由於其邊長尺寸相對較小（小於 100 微米，例如只有 25 微米或更小），若以上述相同的製作方式來製作光電裝置的話，設備的精度與成本也相對較高、而且製程也較繁瑣，使得光電裝置的製作時間與成本也相對較高。

**【發明內容】**

**【0004】** 本發明的目的為提供一種新型態的光電半導體裝置及其製造方法。相較於傳統發光二極體的光電半導體裝置及其製造方法而言，本發明的光電半導體裝置及其製造方法具有製程簡單且快速的優點，使得光電半導體裝置具有較低製造時間與成本。

**【0005】** 本發明提出一種光電半導體裝置的製造方法，包括一微尺寸光電半導體元件提供步驟、一矩陣基板提供步驟、一電極對位壓合步驟、

一電極接合步驟、一照光剝離步驟以及一移除步驟。其中，微尺寸光電半導體元件提供步驟為：於一磊晶基材上間隔設置多數個微尺寸光電半導體元件，其中各該些微尺寸光電半導體元件分別包含一第一電極與一第二電極。矩陣基板提供步驟為：於一基材上設置一矩陣電路，其中矩陣電路包含多數個第三電極與多數個第四電極。電極對位壓合步驟為：將磊晶基材與基材相對壓合，並使至少部分的該些第一電極分別接觸該些第三電極，或使至少部分的該些第二電極分別接觸該些第四電極。電極接合步驟為：提供一第一光線聚光照射至少部分的該些第一電極與該些第三電極的接合處，或聚光照射至少部分的該些第二電極與該些第四電極的接合處。照光剝離步驟為：提供一第二光線聚光照射至少部分的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材的界面，使經第二光線照射的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材剝離。移除步驟為：移除磊晶基材。

**【0006】** 在一實施例中，電極接合步驟於照光剝離步驟之前實施、或電極接合步驟於照光剝離步驟之後實施、或電極接合步驟與照光剝離步驟同時實施。

**【0007】** 在一實施例中，於微尺寸光電半導體元件提供步驟中，各該些微尺寸光電半導體元件的邊長分別大於 1 微米，且小於 100 微米。

**【0008】** 在一實施例中，於電極接合步驟中，第一電極與第三電極的接合處、或第二電極與第四電極的接合處的反射率小於 20%。

**【0009】** 在一實施例中，於電極接合步驟中，更包括以下步驟：提供一微透鏡陣列，以透過微透鏡陣列使第一光線聚光照射至少部分的該些第一電極與該些第三電極的接合處，或聚光照射至少部分的該些第二電極與該些第四電極的接合處。

**【0010】** 在一實施例中，於照光剝離步驟中，更包括以下步驟：提供一微透鏡陣列，以透過微透鏡陣列使第二光線聚光照射至少部分的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材的界面。

**【0011】** 本發明更提供一種光電半導體裝置，包括一矩陣基板以及多數個微尺寸光電半導體元件。矩陣基板包含一矩陣電路與一基材，矩陣電路設置於基材上。該些微尺寸光電半導體元件間隔設置於矩陣電路上；其



中，各該些微尺寸光電半導體元件包含一第一電極與一第二電極，矩陣電路包含多數個第三電極與多數個第四電極，該些第一電極分別與該些第三電極接合且電性連接，或者該些第二電極分別與該些第四電極接合且電性連接，至少部分的第一電極與第三電極的接合處、或至少部分的第二電極與第四電極的接合處的反射率小於 20%。

【0012】 在一實施例中，基材為軟性基板。

【0013】 承上所述，在本發明之光電半導體裝置的製造方法中，包括微尺寸光電半導體元件提供步驟、矩陣基板提供步驟、電極對位壓合步驟、電極接合步驟、照光剝離步驟及移除步驟。其中，電極接合步驟是提供第一光線聚光照射至少部分的該些第一電極與該些第三電極的接合處，或聚光照射至少部分的該些第二電極與該些第四電極的接合處，而照光剝離步驟是提供第二光線聚光照射至少部分的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材的界面，使經第二光線照射的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材剝離。藉此，相較於傳統的發光二極體所製造的光電裝置以磊晶、黃光等製程，再經半切、點測及全切後而得到一顆、一顆的 LED 之後，再一顆或多顆轉置後進行後續的其他製程而言，本發明的光電半導體裝置不需將一顆顆的 LED 轉置至其他基材，故製程較簡單且快速，使得光電半導體裝置具有較低製造時間與成本。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0014】

圖 1 為本發明較佳實施例之一種光電半導體裝置製造方法的流程示意圖。

圖 2A 至圖 2F 分別為本發明第一實施例之光電半導體裝置的製造過程示意圖。

圖 2G 至圖 2J 分別為不同實施態樣之光電半導體裝置的製造過程示意圖。

圖 3A 至圖 3C 分別為本發明第二實施例之光電半導體裝置的製造過程示意圖。

圖 4A 至圖 4C 分別為本發明第三實施例之光電半導體裝置的製造過程示意圖。

圖 5A 至圖 5L 分別為本發明第四實施例之光電半導體裝置的製造過程示意圖。

圖 6A 與圖 6B 分別為本發明第四實施例的光電半導體裝置的一應用示意圖。

### 【實施方式】

【0015】 以下將參照相關圖式，說明依本發明較佳實施例的光電半導體裝置及其製造方法，其中相同的元件將以相同的參照符號加以說明。本發明所有實施態樣的圖示只是示意，不代表真實尺寸、比例或數量。此外，以下實施例的內容中所稱的方位「上」及「下」只是用來表示相對的位置關係。再者，一個元件形成在另一個元件「上」、「之上」、「下」或「之下」可包括實施例中的一個元件與另一個元件直接接觸，或也可包括一個元件與另一個元件之間還有其他額外元件使一個元件與另一個元件無直接接觸。

【0016】 請參照圖 1 所示，其為本發明較佳實施例之一種光電半導體裝置製造方法的流程示意圖。

【0017】 如圖 1 所示，光電半導體裝置製造方法包括以下步驟：一微尺寸光電半導體元件提供步驟 S01、一矩陣基板提供步驟 S02、一電極對位壓合步驟 S03、一電極接合步驟 S04、一照光剝離步驟 S05 以及一移除步驟 S06。

【0018】 以下，請配合參照圖 2A 至圖 2F 所示，以說明上述步驟 S01 至步驟 S06 的詳細內容。其中，圖 2A 至圖 2F 分別為本發明第一實施例之光電半導體裝置的製造過程示意圖。以下所述之「光電半導體裝置」，可應用於顯示面板、廣告看板、感測裝置、半導體裝置或照明裝置等等，並可為單色或全彩。其中，顯示裝置例如可應用於虛擬實境（virtual reality, VR）頭戴式顯示器或擴增實境（Augmented Reality, AR）頭戴式顯示器、或抬頭顯示器（HUD），本發明在此不做任何限制。

【0019】 如圖 2A 所示，於微尺寸光電半導體元件提供步驟 S01 中，是於一磊晶基材 11 上間隔設置多數個微 ( $\mu$ ) 尺寸光電半導體元件 12，以得到一微尺寸光電半導體基板。其中，各該些微尺寸光電半導體元件 12 分別包含一第一電極 121 與一第二電極 122。

【0020】 在一些實施例中，磊晶基材 11 可為一晶圓 (Wafer) 片，並為可透光或不可透光材料製成，例如為藍寶石 (Sapphire) 基材、砷化鎵 (GaAs) 基材、或碳化矽 (SiC) 基材。另外，該些微尺寸光電半導體元件 12 可為陣列 (例如二維) 排列而配置於磊晶基材 11 上，或者錯位排列而配置於磊晶基材 11 上，並不限定。較佳者，為二維陣列排列。其中，各該些微尺寸光電半導體元件 12 的邊長 L 是分別大於 1 微米 ( $\mu\text{m}$ )，且小於 100 微米 ( $1\mu\text{m} < L < 100\mu\text{m}$ )。在一些實施例中，微尺寸光電半導體元件 12 的尺寸可例如為  $25\mu\text{m} \times 25\mu\text{m}$ ，而且相鄰兩個微尺寸光電半導體元件 12 的最小間距 d 例如為 1 微米，或 1 微米以下，本發明並不限制。

【0021】 本實施例之磊晶基材 11 是透光的藍寶石基材，且微尺寸光電半導體元件 12 的材料例如但不限於為氮化鎵 (GaN)，並由磊晶法，例如有機金屬氣相沉積 (Metal-organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD) 於磊晶基材 11 上以磊晶、鍍膜、黃光、蝕刻等製程製造而得。在不同的實施例中，微尺寸光電半導體元件 12 的材料也可為其他材料，例如為砷化鋁鎵 (AlGaAs)、磷化鎵 (GaP)、磷砷化鎵 (GaAsP)、磷化鋁鎵銮 (AlGaInP)、或氮化鎵 (GaN)，並以其他方式設置於磊晶基材 11 上，本發明並不限定。

【0022】 另外，微尺寸光電半導體元件 12 可以為雙電極元件 (例如但不限於發光二極體)，也可以是三電極元件 (例如電晶體)。本實施例是以發光二極體為例進行說明。其中，發光二極體的電極可為 p 極與 n 極在同一側 (水平結構)，或是 p 極與 n 極分別位在上下兩側 (上下導通型或垂直結構)。本實施例的微尺寸光電半導體元件 12 是以水平結構的  $\mu\text{LED}$  為例。此外，若以顯色波長來分類，當微尺寸光電半導體元件 12 為  $\mu\text{LED}$  時，其可為藍光發光二極體、或紅光、綠光、紅外線或紫外光等發光二極體，或其組合。

【0023】 另外，於矩陣基板提供步驟 S02 中，如圖 2B 所示，是於一

基材 13 上設置一矩陣電路 14，以得到一矩陣基板。其中，矩陣電路 14 包含多數個第三電極 141 與多數個第四電極 142。

【0024】 基材 13 可為可透光之材質，例如是玻璃、石英或類似物、塑膠、橡膠、玻璃纖維或其他高分子材料。基材 13 亦可為不透光之材質，例如是金屬-玻璃纖維複合板、金屬-陶瓷複合板。另外，基材 13 也可以是硬板或軟板。軟板具有可撓性 (Flexible)，又稱可撓式基板，例如軟性電路板，其材料可包含有機高分子材料，並為熱塑性材料，例如為聚醯亞胺 (PI)、聚乙烯 (Polyethylene, PE)、聚氯乙烯 (Polyvinylchloride, PVC)、聚苯乙烯 (PS)、壓克力 (丙烯酸, acrylic)、氟化聚合物 (Fluoropolymer)、聚酯纖維 (polyester) 或尼龍 (nylon)，在此不做任何限制。此外，矩陣電路 14 與基材 13 又可合稱為「矩陣基板」，依照基材 13 上所佈設的電路形式，可為主動矩陣 (active matrix) 基板，或是被動矩陣 (passive matrix) 基板。舉例而言，矩陣基板可為液晶顯示裝置中的矩陣基板，其中佈設有交錯的資料線與掃描線。再一提的是，如上所述，可先進行微尺寸光電半導體元件提供步驟 S01 後，再進行矩陣基板提供步驟 S02，或者也可先進行矩陣基板提供步驟 S02 後，再進行微尺寸光電半導體元件提供步驟 S01，又或者兩個步驟同時進行，本發明並不限制。

【0025】 另外，於電極對位壓合步驟 S03 中，如圖 2C 所示，是將磊晶基材 11 與基材 13 相對壓合，並使至少部分的該些第一電極 121 分別接觸該些第三電極 141，或使至少部分的該些第二電極 122 分別接觸該些第四電極 142。於此，是將圖 2A 中具有微尺寸光電半導體元件 12 的磊晶基材 11 上、下反置，使第一電極 121 與第二電極 122 朝下而面對第三電極 141 與第四電極 142，並使磊晶基材 11 與基材 13 相對壓合。由於本實施例是水平結構的  $\mu$ LED，故第一電極 121 與第二電極 122 接觸，且第三電極 141 與第四電極 142 接觸。本實施例之每一個微尺寸光電半導體元件 12 的第一電極 121 與第二電極 122 是分別與矩陣電路 14 上的第三電極 141 與第四電極 142 相互對應且接觸。

【0026】 另外，在步驟 S03 中，為了進行對位，可透過一對位裝置 15 使該些第一電極 121 分別對位於該些第三電極 141，或使該些第二電極

122 分別對位於該些第四電極 142。在圖 2C 的本實施例中，是利用對位裝置 15 使該些第一電極 121 分別對位該些第三電極 141，且使該些第二電極 122 分別對位該些第四電極 142，以完成電極對位壓合步驟 S03。其中，對位裝置 15 例如但不限於為 CCD 攝影機。

【0027】 接著，進行電極接合步驟 S04 中，如圖 2D 所示，是提供一第一光線 L1 聚光照射至少部分的該些第一電極 121 與該些第三電極 141 的接合處 A，或聚光照射至少部分的該些第二電極 122 與該些第四電極 142 的接合處 A。於此，是透過一發光裝置 R1 發出例如但不限於紅外光雷射 (IR 雷射/第一光線 L1)，由下往上以雷射點焊 (Laser spot welding) 的方式分別焊接該些第一電極 121 與該些第三電極 141、以及該些第二電極 122 與該些第四電極 142，使其彼此接合而電性連接。

【0028】 不過，為了使第一光線 L1 可分別聚光照射於兩電極的接合處 A，於電極接合步驟 S03 中，更可包括：提供一微透鏡陣列，以透過微透鏡陣列使第一光線聚光照射至少部分的該些第一電極與該些第三電極的接合處，或聚光照射至少部分的該些第二電極與該些第四電極的接合處。本實施例是透過微透鏡陣列 16 進行分光而使第一光線 L1 聚光照射於所有的第一電極 121 與第三電極 141 的接合處 A，及所有的第二電極 122 與第四電極 142 的接合處 A，使兩電極可穩固地焊接而接合，使得其接合電阻較小。不過，由於使用雷射點焊接合，故在兩電極的接合處 A 會有燒焦、碳化的現象。因此，在一些實施例中，第一電極 121 與第三電極 141 的接合處 A 的反射率、或是第二電極 122 與第四電極 142 的接合處 A 的反射率會小於 20% (一般電極未焊接時的反射率會高達 80%)。在另一些實施例中，兩電極接合處 A 的反射率亦可能介於 10%與 20%之間，甚至低於 10% 以下。

【0029】 另外，在照光剝離步驟 S05 中，如圖 2E 所示，是提供一第二光線 L2 聚光照射至少部分的該些微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的界面，使經第二光線 L2 照射的該些微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 剝離。於此，是透過另一發光裝置 R2 由上往下發出例如但不限於紫外光雷射 (UV 雷射/第二光線 L2)，以聚光照射於該些微尺寸光電半導體

元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面，以破壞兩者之間的附著力，以利於微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的分離。

**【0030】** 為了使第二光線 L2 可分別聚光照射於該些微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面，本實施例是提供另一微透鏡陣列 17，以透過微透鏡陣列 17 進行分光而使第二光線 L2 可聚光照射於所有的微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面，使微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 可易於分離。由於第二光線 L2 只聚光照射於微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面。其中，於利用第二光線 L2 照射微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面時，可一道光線照射一個位置或多個位置的連接界面。於此，一個位置可包含有一顆微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面，或者，一個位置可包含多顆的微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面，本發明不限制。

**【0031】** 值得注意的是，習知的照光剝離技術中，只能一次照射一個位置的連接界面，為了照射多個位置的連接界面，則需一個位置、一個位置的照光而花費較多的製程時間。但是，在本發明的照光剝離步驟 S05 中，可依據使用者的需求，選擇一次照射一個位置的連接界面（一個位置的連接界面可包含一個或多個的微尺寸光電半導體元件 12），或者一次照射多個位置的微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面，與習知技術明顯不同，因此，可節省製程的時間與成本。於此，這種方式稱為選擇性的雷射剝離（Selective Laser lift-off (LLO)）技術。

**【0032】** 特別注意的是，本實施例是先實施電極接合步驟 S04 之後，再實施照光剝離步驟 S05，不過，在不同的實施例中，電極接合步驟 S04 可於照光剝離步驟 S05 之後實施，或者電極接合步驟 S04 與照光剝離步驟 S05 兩者可同時實施；另外，本實施例的第一光線 L1 是由基材 13 遠離微尺寸光電半導體元件 12 的一側往上照射（由基材 13 的下方往上），在不同的實施例中，第一光線 L1 亦可由磊晶基材 11 遠離微尺寸光電半導體元件 12 的一側往下照射（由磊晶基材 11 的上方往下），本發明均不加以限制。

**【0033】** 最後，在移除步驟 S06 中，如圖 2F 所示，是移除磊晶基材 11。具體來說，由於已利用第二光線 L2 聚光照射於微尺寸光電半導體元件

12 與磊晶基材 11 的連接界面，故可使微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 之間易於剝離。因此，將磊晶基材 11 移除後，可得到如圖 2F 所示的光電半導體裝置 1。

【0034】 因此，本實施例的光電半導體裝置 1 包括基材 13 與矩陣電路 14，且矩陣電路 14 上更包含有與矩陣電路 14 電性連接的多個微尺寸光電半導體元件 12。其中，微尺寸光電半導體元件 12 的電極與矩陣電路 14 的電極，其接合處的反射率均小於 20%。另外本實施例的基材 13 與矩陣電路 14 合稱為主動式矩陣基板，其可例如為液晶顯示裝置中的主動式矩陣基板（TFT 基板），其中佈設有交錯的資料線、掃描線與多個主動元件（如 TFT）。由於矩陣電路 14 與驅動主動式矩陣基板的技術為習知技術，也不是本發明的重點，本領域技術人員可找到相關內容，於此不再進一步作說明。

【0035】 於上述實施例中所描述的光電半導體裝置 1 中，其上設置的微尺寸光電半導體元件 12 均為相同，例如為可發出單色（例如藍光）的微發光二極體，故所製成的光電半導體裝置 1 可成為單色顯示面板（monochrome display）。

【0036】 另外，再特別說明的是，本實施例之多個微尺寸光電半導體元件 12，是例如在磊晶片上經磊晶、鍍膜、黃光、蝕刻等製程得到間隔設置的微尺寸光電半導體元件 12，再透過其他的步驟：S03~S06 而轉置且接合於矩陣電路 14 上，以得到光電半導體裝置 1。然而，在習知的 LED 製程中，是在晶圓片上以磊晶、黃光等製程製得多個 LED 後，經半切（電性絕緣）、點測及全切之後而得到一顆、一顆的 LED，再轉置至一承載基材上；當要製作光電半導體裝置時，再一顆或多顆 LED 分別轉置到例如主動式矩陣基板（例如矽基板、金屬基板或磷化鎵基板）上，再進行後續的其他製程。因此，相較於習知技術而言，本實施例的光電半導體裝置 1 的製程較簡單且快速，而且可依據設計需求而應用於不同的領域上，同時也具有較低製造時間與成本。

【0037】 以應用於 VR 頭戴式顯示器或 AR 頭戴式顯示器而言，習知技術都是以有機發光二極體（OLED）來製作 VR 或 AR 顯示器，由於 OLED 的尺寸較大，其設置密度有其極限，使得 VR 或 AR 顯示器的解析度也受到

相當的限制。但是，本實施例的光電半導體裝置 1 是使用  $\mu$ LED（微尺寸光電半導體元件 12）來製作，由於  $\mu$ LED 的尺寸相當小，其設置密度可相當高，使得製得的光電半導體裝置 1 可具有比較高的解析度，故特別適用於製作高解析度的 VR 或 AR 頭戴式顯示器。

**【0038】** 另外，在不同的實施例中，如圖 2G 至圖 2J 所示，其分別對應於圖 2A、圖 2B、圖 2C 與圖 2F，而且在圖 2G 至圖 2J 中，微尺寸光電半導體元件 12 是以垂直結構的  $\mu$ LED 為例。由於微尺寸光電半導體元件 12 是垂直結構的  $\mu$ LED，故如圖 2I 所示，只有第一電極 121 與第三電極 141 對位且接觸，但第二電極 122 與第四電極 142 並不需對位、接觸。之後，進行電極接合步驟 S04 時，第一光線 L1 只聚光照射於該些第一電極 121 與該些第三電極 141 的接合處。因此，經過照光剝離步驟 S05 與移除步驟 S06 後，微尺寸光電半導體元件 12 只有第一電極 121 與第三電極 141 接合而電性連接，第二電極 122 與第四電極 142 並不會電性連接。之後，如圖 2J 所示，再利用後續的製程，例如以導線 C 由第二電極 122 順著微尺寸光電半導體元件 12 的側邊延伸至第四電極 142（導線 C 與微尺寸光電半導體元件 12 的側邊需有一絕緣材料隔絕，絕緣材料未顯示），以將第二電極 122 與第四電極 142 電性連接在一起，以完成光電半導體裝置的製造。

**【0039】** 請分別參照圖 3A 至圖 4C 所示，其中，圖 3A 至圖 3C 分別為本發明第二實施例之光電半導體裝置的製造過程示意圖，而圖 4A 至圖 4C 分別為本發明第三實施例之光電半導體裝置的製造過程示意圖。

**【0040】** 在圖 3A 至圖 3C 的第二實施例中，具有與上述第一實施例：圖 2A 至圖 2C 相同的步驟 S01～步驟 S03，於此不再多作說明。

**【0041】** 與第一實施例不同的是，如圖 3A 所示，在電極接合步驟 S04 中，提供的第一光線 L1 是透過微透鏡陣列 16a 進行分光，使第一光線 L1 只聚光照射於由左至右的第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 的第一電極 121 與第三電極 141 的接合處，及第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 的第二電極 122 與第四電極 142 的接合處，使第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 的第一電極 121、第二電極 122 與矩陣電路 14 上對應的第三電極 141、第四電極 142 相互接合。



【0042】 接著，如圖 3B 所示，在照光剝離步驟 S05 中，是提供微透鏡陣列 17a，以透過微透鏡陣列 17a 進行分光而使第二光線 L2 可聚光照射於第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面，使第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 可易於分離。換言之，第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 實施電極接合步驟 S04 與照光剝離步驟 S05，但第二個與第四個微尺寸光電半導體元件 12 不實施電極接合步驟 S04 與照光剝離步驟 S05。

【0043】 因此，在移除步驟 S06 之後，如圖 3C 所示，由於已利用第二光線 L2 聚光照射於第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面，故可使第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 易於剝離。因此，將磊晶基材 11 移除後，可得到本實施例之光電半導體裝置 1a。本實施例的光電半導體裝置 1a 一樣包括基材 13 與矩陣電路 14，且矩陣電路 14 上更包含有與矩陣電路 14 電性連接的三個微尺寸光電半導體元件 12。其中，光電半導體裝置 1a 的兩相鄰微尺寸光電半導體元件 12 的間距大於光電半導體裝置 1 之兩相鄰微尺寸光電半導體元件 12 的間距。另外，第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 的第一電極 121 與第三電極 141 的接合處的反射率小於 20%，且第二電極 122 與第四電極 142 的接合處的反射率小於 20%。

【0044】 值得提醒的是，第二實施例在電極接合步驟 S04、照光剝離步驟 S05 中是以第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 為例，不過，並不以此為限。在其他的實施例中，亦可第二個與第四個微尺寸光電半導體元件 12 的電極與矩陣電路 14 上對應的電極接合，或者其他間隔的接合方式（例如間隔二個、三個、…），本發明均不加以限制。

【0045】 另外，在圖 4A 至圖 4C 的第三實施例中，具有與上述第一實施例相同的步驟 S01，於此不再多作說明。與圖 2A 至圖 2F 的第一實施例不同的是，於矩陣基板提供步驟 S02 與電極對位壓合步驟 S03 中，如圖 4A 所示，在基材 13 上設置矩陣電路 14 時，矩陣電路 14 的電極（包含第三電極 141 與第四電極 142）的數量比該些微尺寸光電半導體元件 12 的電極（包含第一電極 121 與第二電極 122）的數量少。其中，由左至右的第一

個微尺寸光電半導體元件 12 與第三個微尺寸光電半導體元件 12 的電極間距，實質上與矩陣電路 14 上的第一組電極（包含第三電極 141 與第四電極 142）與第二組電極的間距相同（第二個微尺寸光電半導體元件 12 的電極未與矩陣電路 14 上的電極對應）。故第一個微尺寸光電半導體元件 12 的電極（包含第一電極 121 與第二電極 122）與矩陣電路 14 上的第一組電極（包含第三電極 141 與第四電極 142）接觸，且第三個微尺寸光電半導體元件 12 的電極（包含第一電極 121 與第二電極 122）與矩陣電路 14 上的第二組電極（包含第三電極 141 與第四電極 142）接觸（兩者間隔一組微尺寸光電半導體元件 12）。

【0046】 因此，如圖 4B 所示，在電極接合步驟 S04 中，提供的第一光線 L1 透過微透鏡陣列 16b 分光，使第一光線 L1 只聚光照射於第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 的第一電極 121 與第三電極 141 的接合處，及第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 的第二電極 122 與第四電極 142 的接合處，使第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 的電極分別與矩陣電路 14 上對應的電極相互接合。

【0047】 接著，如圖 4C 所示，在照光剝離步驟 S05 中，是透過微透鏡陣列 17b 進行分光而使第二光線 L2 可聚光照射於第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 的連接界面，使第一個、第三個與第五個微尺寸光電半導體元件 12 與磊晶基材 11 可易於分離。因此，經過移除步驟 S06 後，同樣可得到如圖 3C 所示的光電半導體裝置 1a。

【0048】 接著，請分別參照圖 5A 至圖 5L 所示，其分別為本發明第四實施例之光電半導體裝置的製造過程示意圖。其中，圖 5A 至圖 5L 所顯示的元件數量、間距等只是舉例，同樣不可限制本發明。

【0049】 本實施例之光電半導體裝置的製造方法與上述的實施例大致相同。不過，在本實施例的矩陣基板提供步驟 S02 與電極對位壓合步驟 S03 中，如圖 5A 所示，在基材 13 上設置矩陣電路 14 之電極 141、142 的數量比該些微尺寸光電半導體元件 12 之電極 121、122 數量少。

【0050】 於圖 5A 中，三個微尺寸光電半導體元件 12 可視為一微尺寸光電半導體元件組，由左到右共顯示有四組微尺寸光電半導體元件組 G1

~G4 (圖 5A 未標示 G2、G4)。而同一對應位置的矩陣電路 14 的電極 141、142 只具有二組，其分別對應於第一組與第三組的微尺寸光電半導體元件組 G1、G3 的電極。因此，於電極對位壓合步驟 S03 中，第一組的微尺寸光電半導體元件組 G1 的電極與對應的矩陣電路 14 上的第一組電極接觸，且第三組的微尺寸光電半導體元件組 G3 的電極與對應的矩陣電路 14 上的第二組電極接觸。藉此，可製作較大間距或較大尺寸的光電半導體裝置。

**【0051】** 另外，圖 5B、圖 5C 的製造過程與上述圖 4B、圖 4C 的第三實施例類似。在圖 5B 中，第一光線 L1 透過微透鏡陣列 16c 進行分光，使第一光線 L1 只聚光照射於第一組、第三組的微尺寸光電半導體元件組 G1、G3 的第一電極 121 與第三電極 141 的接合處、及第二電極 122 與第四電極 142 的接合處，使第一組、第三組的微尺寸光電半導體元件組 G1、G3 的電極與矩陣電路 14 上對應的電極相互接合而電性連接。

**【0052】** 接著，在圖 5C 中，透過微透鏡陣列 17c 進行分光而使第二光線 L2 只聚光照射於第一組與第三組的微尺寸光電半導體元件組 G1、G3 與磊晶基材 11 的連接界面，使第一組與第三組的微尺寸光電半導體元件組 G1、G3 與磊晶基材 11 可易於分離。因此，經過移除步驟 S06 後，可得到圖 5D 的結構。

**【0053】** 接著，由於第一組與第三組的微尺寸光電半導體元件組 G1、G3 已設置於矩陣電路 14 上，故磊晶基材 11 上剩下第二組與第四組的微尺寸光電半導體元件組 G2、G4。如圖 5E 與圖 5F 所示，為了將第二組與第四組的微尺寸光電半導體元件組 G2、G4 設置於矩陣電路 14 上，需先將矩陣電路 14 往右移一距離後再往下，以進行另一次的電極對位壓合步驟 S03，對位壓合完成後，可得到圖 5G 的圖示。接著，進行相同的電極接合步驟 S04 (圖 5H) 與照光剝離步驟 S05 (圖 5I) 後，可得到圖 5J 的結構。

**【0054】** 接著，為了製作全彩顯示裝置，本實施例的製造方法更包括：設置一光致發光層 18 於各該些微尺寸光電半導體元件 12 上，以及設置一濾光基板 19 於光致發光層 18 上，其中濾光基板 19 具有多數個濾光區塊 191，該些濾光區塊 191 分別對應於該些微尺寸光電半導體元件 12，以得到光電半導體裝置 1c。於此，是利用設置不同顯色波長的光電元件來達

成顯示多色的目的。本實施例是以設置一個光致發光層 18 於面對矩陣電路 14 的該些微尺寸光電半導體元件 12 之上。其中，光致發光層 18 可為量子點 (Quantum Dots) 結構層。本實施例的光致發光層 18 是以量子點結構層為例，其可吸收由微尺寸光電半導體元件 12 所發出的高能光線 (如藍光) 而發出如紅光及綠光。另外，在本實施例的光致發光層 18 的設置過程中，可將含有量子點的光致發光層 18 的薄膜貼合於該些微尺寸光電半導體元件 12 上，或者，將含有量子點的膠塗佈於該些微尺寸光電半導體元件 12 上，以形成光致發光層 18，本發明並不限制。

**【0055】** 另外，濾光基板 19 設置於光致發光層 18 遠離基材 13 的一側。於此，濾光基板 19 設置於光致發光層 18 之上表面。除了濾光區塊 191 之外，濾光基板 19 更具有一透光基材 192 及一混光防止層 193。該些濾光區塊 191 設置於透光基材 192 面對光致發光層 18 的表面上，並分別對應於該些微尺寸光電半導體元件 12。其中，透光基材 192 可為硬板或軟板，並不限制。本實施例之該些濾光區塊 191 依序包含紅色、綠色與藍色濾光區塊 191 (三種顏色組成一濾光區塊組，以對應一個微尺寸光電半導體元件組)，以讓紅色、綠色、藍色三原色光通過。另外，混光防止層 193 設置於透光基材 192 上，並圍繞於該些濾光區塊 191 設置，用以避免兩相鄰色光混光之用。於此，濾光基板 19 可為習知液晶顯示裝置中的彩色濾光基板 (color filter substrate, CF substrate)，藉此協助光電半導體裝置 1c 全彩化。

**【0056】** 因此，於光電半導體裝置 1c 中，一個微尺寸光電半導體元件 12 可對應一個次畫素 (sub-pixel)，一組 (三個) 微尺寸光電半導體元件組可對應一個畫素 (pixel)。於此，光電半導體裝置 1c 是以全彩顯示面板為例，並可應用於例如虛擬實境 (virtual reality, VR) 頭戴式抬頭顯示器。

**【0057】** 請參照圖 6A 與圖 6B 所示，其分別為第四實施例的光電半導體裝置 1c 的一應用示意圖。

**【0058】** 若第四實施例製得的光電半導體裝置 1c 的基材 13 與透光基材 192 具有可撓性而分別為一軟性基板時，則可彎曲而貼合於曲面基材上。如圖 6A 與圖 6B 的應用例中，可將光電半導體裝置 1c 的基材 13 與一曲面基材 20 貼合。於此，曲面基材 20 例如為虛擬實境 (VR) 頭戴式抬頭顯示

器的擋風玻璃，並例如利用光學膠（OCA，圖未顯示）粘合基材 13 與曲面基材 20，使基材 13 與曲面基材 20 貼合，以得到如圖 6B 所示的顯示裝置，以應用於例如 VR 顯示器。於此，是將基材 13 貼合於曲面基材 20 的上表面，不過，亦可將基材 13 貼合於曲面基材 20 的下表面，並不限制。

**【0059】** 綜上所述，在本發明之光電半導體裝置的製造方法中，包括微尺寸光電半導體元件提供步驟、矩陣基板提供步驟、電極對位壓合步驟、電極接合步驟、照光剝離步驟及移除步驟。其中，電極接合步驟是提供第一光線聚光照射至少部分的該些第一電極與該些第三電極的接合處，或聚光照射至少部分的該些第二電極與該些第四電極的接合處，而照光剝離步驟是提供第二光線聚光照射至少部分的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材的界面，使經第二光線照射的該些微尺寸光電半導體元件與磊晶基材剝離。藉此，相較於傳統的發光二極體所製造的光電裝置以磊晶、黃光等製程，再經半切、點測及全切後而得到一顆、一顆的 LED 之後，再一顆或多顆轉置後進行後續的其他製程而言，本發明的光電半導體裝置不需將一顆顆的 LED 轉置至其他基材，故製程較簡單且快速，使得光電半導體裝置具有較低製造時間與成本。

**【0060】** 以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應包含於後附之申請專利範圍中。

### **【符號說明】**

#### **【0061】**

- 1、1a、1c：光電半導體裝置
- 11：磊晶基材
- 12：微尺寸光電半導體元件
- 121：第一電極
- 122：第二電極
- 13：基材
- 14：矩陣電路

- 141：第三電極
- 142：第四電極
- 15：對位裝置
- 16、16a、16b、16c、17、17a、17b、17c：微透鏡陣列
- 18：光致發光層
- 19：濾光基板
- 191：濾光區塊
- 192：透光基材
- 193：混光防止層
- 20：曲面基材
- A：接合處
- C：導線
- d：最小間距
- G1～G4：第一組微尺寸光電半導體元件組～第四組微尺寸光電半導體元件組
- L：邊長
- L1：第一光線
- L2：第二光線
- R1、R2：發光裝置
- S01 至 S06：步驟