



(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 I565095 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 01 日

(21) 申請案號：104136816

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 09 日

(51) Int. Cl. : **H01L33/14 (2010.01)****H01L33/04 (2010.01)****H05B33/08 (2006.01)**

(71) 申請人：銓創科技股份有限公司 (開曼群島) PLAYNITRIDE INC. (KY)

臺南市東區大同路 2 段 615 號 7 樓

(72) 發明人：賴彥霖 LAI, YEN-LIN (TW)；吳俊德 WU, JYUN-DE (TW)

(74) 代理人：葉璟宗；詹東穎；劉亞君

(56) 參考文獻：

TW 201206232A1

TW 201212219A1

TW 201214788A1

TW 201533041A

TW 201538493A

審查人員：邱迺軒

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：6 共 25 頁

(54) 名稱

發光模組

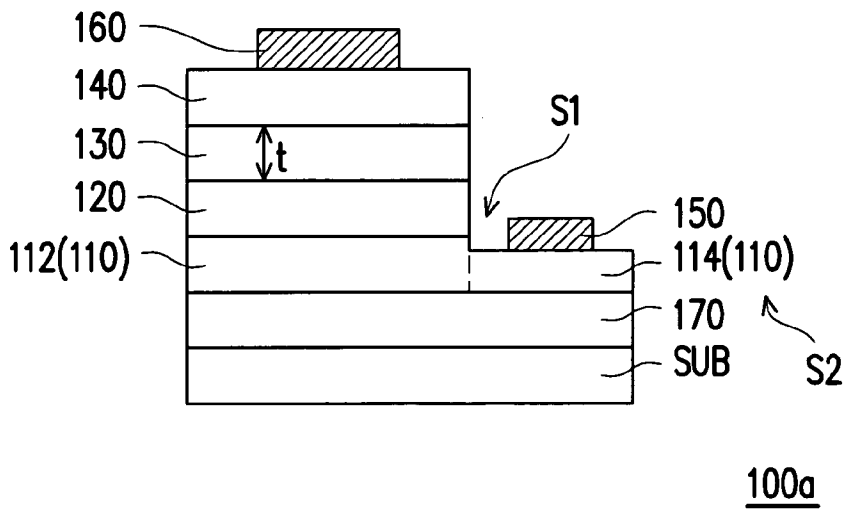
LIGHT EMITTING MODULE

(57) 摘要

一種發光模組，包括驅動單元以及發光二極體。發光二極體電性連接於驅動單元，且驅動單元提供操作電流用以使發光二極體電激發光。發光二極體包括 N 型半導體層、發光層、電子阻擋層以及 P 型半導體層。電子阻擋層具有一厚度，且厚度小於等於 30 奈米或大於等於 80 奈米。發光層位於電子阻擋層與 N 型半導體層之間。電子阻擋層位於 P 型半導體層與發光層之間。發光二極體的電流密度與厚度的比例大於 0 且小於或等於 2。

A light emitting module including a driving unit and a light emitting diode is provided. The light emitting diode is electrically connected to the driving unit and the driving unit provides an operating current to make the light emitting diode emit electroluminescence. The light emitting diode includes an n-type semiconductor layer, a light-emitting layer, an electron-blocking layer, and a p-type semiconductor layer. The electron-blocking layer has a thickness, and the thickness is smaller than or equal to 30 nm or larger than or equal to 80 nm. The light-emitting layer is located between the electron-blocking layer and the n-type semiconductor layer. The electron-blocking layer is located between the p-type semiconductor and the light-emitting layer. The electron-blocking layer is located between the p-type semiconductor layer and the light-emitting layer. A ratio of current density of the light emitting diode to the thickness falls in a range from larger than 0 and smaller or equal to 2.

指定代表圖：



【圖2】

符號簡單說明：

- 100a . . . 發光二極體
- 110 . . . N型半導體層
- 112 . . . 第一部分
- 114 . . . 第二部分
- 120 . . . 發光層
- 130 . . . 電子阻擋層
- 140 . . . P型半導體層
- 150 . . . 第一電極
- 160 . . . 第二電極
- 170 . . . 緩衝層
- t . . . 厚度
- S1 . . . 第一側
- S2 . . . 第二側
- SUB . . . 基板



申請日: 104.11.09

【發明摘要】

IPC分類:

【中文發明名稱】發光模組

H01L 33/14 (2010.01)

H01L 33/04 (2010.01)

【英文發明名稱】LIGHT EMITTING MODULE

H05B 33/08 (2006.01)

【中文】一種發光模組，包括驅動單元以及發光二極體。發光二極體電性連接於驅動單元，且驅動單元提供操作電流用以使發光二極體電激發光。發光二極體包括N型半導體層、發光層、電子阻擋層以及P型半導體層。電子阻擋層具有一厚度，且厚度小於等於30奈米或大於等於80奈米。發光層位於電子阻擋層與N型半導體層之間。電子阻擋層位於P型半導體層與發光層之間。發光二極體的電流密度與厚度的比例大於0且小於或等於2。

【英文】 A light emitting module including a driving unit and a light emitting diode is provided. The light emitting diode is electrically connected to the driving unit and the driving unit provides an operating current to make the light emitting diode emit electroluminescence. The light emitting diode includes an n-type semiconductor layer, a light-emitting layer, an electron-blocking layer, and a p-type semiconductor layer. The electron-blocking layer has a thickness, and the thickness is smaller than or equal to 30 nm or larger than or equal to 80 nm. The light-emitting layer is located between the electron-blocking layer and the n-type semiconductor layer. The electron-blocking layer is located between the p-type

semiconductor and the light-emitting layer. The electron-blocking layer is located between the p-type semiconductor layer and the light-emitting layer. A ratio of current density of the light emitting diode to the thickness falls in a range from larger than 0 and smaller or equal to 2.

【指定代表圖】圖2。

【代表圖之符號簡單說明】

- 100a：發光二極體
- 110：N型半導體層
- 112：第一部分
- 114：第二部分
- 120：發光層
- 130：電子阻擋層
- 140：P型半導體層
- 150：第一電極
- 160：第二電極
- 170：緩衝層
- t：厚度
- S1：第一側
- S2：第二側
- SUB：基板

【發明說明書】

【中文發明名稱】發光模組

【英文發明名稱】LIGHT EMITTING MODULE

【技術領域】

【0001】本發明是有關於一種發光模組，且特別是有關於一種具有發光二極體的發光模組。

【先前技術】

【0002】隨著光電技術的演進，發光二極體（Light Emitting Diode, LED）具有諸如壽命長、體積小、高抗震性、高光效率及低功率消耗等優點，傳統的白熾燈泡與螢光燈管已經逐漸被發光二極體所取代。因此，發光二極體已經在各種不同的照明領域中被廣泛地使用。

【0003】然而，現階段的發光二極體仍面臨到許多技術上的挑戰，而發光二極體的效率衰退（Efficiency Droop）效應為其中之一。具體而言，當發光二極體在低電流密度的操作範圍時，會對應一個外部量子效率（External Quantum Efficiency, EQE）的峰值。但隨著發光二極體的電流密度持續升高，外部量子效率會隨之下降，而此現象即為發光二極體的效率衰退效應。

【0004】一般來說，為了使發光二極體達到高亮度發光，發光二極體的電流密度常是在高電流密度的操作範圍。由於上述所提到

的效率衰退效應，發光二極體在高電流密度的操作範圍下的外部量子效率受到限制，無法進一步地提升發光二極體的發光效率。因此，發展一個在不同電流密度的操作條件下，皆能有理想的發光效率的發光二極體係為目前研發人員亟欲解決的問題之一。

【發明內容】

【0005】 本發明提供一種發光模組，其具有理想的發光效率。

【0006】 本發明的發光模組，包括驅動單元以及發光二極體。發光二極體電性連接於驅動單元。驅動單元提供操作電流用以使發光二極體電激發光。發光二極體包括 N 型半導體層、發光層、電子阻擋層以及 P 型半導體層。電子阻擋層具有一厚度，且厚度小於等於 30 奈米或大於等於 80 奈米。發光層位於電子阻擋層與 N 型半導體層之間，電子阻擋層位於 P 型半導體層與發光層之間，且發光二極體的電流密度 D (安培/平方公分) 與厚度 t (奈米) 的比例 (安培/平方公分-奈米) 大於 0 且小於或等於 2。

【0007】 在本發明的一實施例中，上述的電流密度是落在 0.001 安培/平方公分至 4 安培/平方公分的範圍內，且厚度落在 2 奈米至 30 奈米的範圍內。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述的發光層為多重量子井結構，多重量子井結構包括交替設置的多個量子井層和多個量子阻障層，且厚度落在單個量子井層的厚度的 0.3 倍至 8 倍的範圍內。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的電流密度與厚度 t 的比例

是落在 0.166 至 0.875 的範圍內，電流密度是落在 25 安培/平方公分至 70 安培/平方公分的範圍內，且厚度落在 80 奈米至 150 奈米的範圍內。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的發光層為多重量子井結構，該多重量子井結構包括交替設置的多個量子井層和多個量子阻障層，且厚度落在單個量子井層的厚度的 15 倍至 40 倍的範圍內。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述的發光二極體的外部量子效率曲線的最高峰值所對應的電流密度是落在 0.01 安培/平方公分至 3 安培/平方公分的範圍內。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述的發光二極體為微型發光二極體，且微型發光二極體的邊長尺寸是落在 3 微米至 40 微米的範圍內。

【0013】 在本發明的一實施例中，上述的發光二極體的磊晶缺陷密度是落在 10^3 /平方公分至 10^8 /平方公分的範圍內。

【0014】 在本發明的一實施例中，上述的發光二極體的外部量子效率曲線的最高峰值所對應的電流密度是落在 3 安培/平方公分至 10 安培/平方公分的範圍內。

【0015】 在本發明的一實施例中，上述的發光二極體的邊長尺寸是落在 0.2 公釐至 2 公釐的範圍內。

【0016】 在本發明的一實施例中，上述的發光二極體更包括第一電極與第二電極。第一電極電性連接於 N 型半導體層。第二電極

電性連接於 P 型半導體層。驅動單元分別藉由第一電極與第二電極電性連接於 N 型半導體層與 P 型半導體層。

【0017】 在本發明的一實施例中，上述的電子阻擋層的材料包括 P 型氮化鋁鎵。

【0018】 在本發明的一實施例中，上述的電子阻擋層為超晶格結構。

【0019】 在本發明的一實施例中，上述的 N 型半導體層的材料包括 N 型氮化鎵。

【0020】 在本發明的一實施例中，上述的 P 型半導體層的材料包括 P 型氮化鎵。

【0021】 在本發明的一實施例中，上述的發光層包括交替堆疊的多層氮化銦鎵層以及多層氮化鎵層。

【0022】 基於上述，本發明的實施例的發光模組根據發光二極體不同的電流密度操作範圍以設計發光模組中的發光二極體中的電子阻擋層的厚度，以達到較理想的外部量子效率，進而發光模組中的發光二極體具有較理想的發光效率。如此一來，在不同的電流密度的操作範圍下，發光模組中的發光二極體皆具有一個理想的發光效率。

【0023】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】**【0024】**

圖 1 繪示為本發明一實施例的發光模組的示意圖。

圖 2 與圖 3 繪示為本發明不同實施例的發光模組中的發光二極體的剖面示意圖。

圖 4、圖 5 與圖 6 繪示為本發明不同實施例的發光模組中的發光二極體的外部量子效率對發光二極體的電流密度的關係圖。

【實施方式】

【0025】 圖 1 繪示為本發明一實施例的發光模組的示意圖。請參照圖 1，發光模組 10 包括發光二極體 100 以及驅動單元 200。發光二極體 100 電性連接於驅動單元 200，且驅動單元 200 提供一操作電流 I 用以使發光二極體 100 電激發光。應注意的是，在本實施例中，僅舉一個發光二極體為例，本發明並不以發光二極體的數量為限。

【0026】 應注意的是，發光二極體 100 可以具有不同的形式，本實施例的發光二極體 100 的形式可以是水平式發光二極體、垂直式發光二極體或是其他不同種類的發光二極體。以下的實施例以水平式發光二極體與垂直式發光二極體為例說明。

【0027】 圖 2 繪示為本發明一實施例的發光模組中的發光二極體剖面示意圖。請同時參照圖 1 與圖 2，在本實施例中，發光模組 10 中的發光二極體 100a 係為水平式的發光二極體，且是一種可以

應用於打線封裝或覆晶封裝的發光二極體。發光二極體 100a 包括 N 型半導體層 110、發光層 120、電子阻擋層 130、P 型半導體層 140、第一電極 150 以及第二電極 160。電子阻擋層 130 具有一厚度 t ，厚度 t 小於等於 30 奈米或大於等於 80 奈米。具體而言，N 型半導體層 110 包括第一部分 112 以及第二部分 114，第二部分 114 由第一部分 112 向外延伸而凸出於發光層 120 的面積以電性連接於第一電極 150。發光層 120 位於電子阻擋層 130 與 N 型半導體層 110 之間，且電子阻擋層 130 位於 P 型半導體層 140 與發光層 120 之間。換言之，發光層 120、電子阻擋層 130、P 型半導體層 140 依序疊置於第一部分 112 上。第二電極 160 電性連接於 P 型半導體層 140。應注意的是，發光層 120、電子阻擋層 130、P 型半導體層 140、第一電極 150 以及第二電極 160 位於 N 型半導體層 110 的第一側 S1。發光二極體 100 的電流密度 D （安培/平方公分）與厚度 t （奈米）的比例（安培/平方公分-奈米）大於 0 且小於或等於 2。

【0028】 具體而言，驅動單元 200 電性連接於第一電極 150 和第二電極 160，且驅動單元 200 分別藉由第一電極 150 與第二電極 160 電性連接於 N 型半導體層 110 與 P 型半導體層 140。如此一來，驅動單元 200 所提供的操作電流 I 的電流流向依序由第二電極 160、P 型半導體層 140、電子阻擋層 130、發光層 120、N 型半導體層 110 流向至第一電極 150。

【0029】 在本實施例中，N 型半導體層 110 其材料可包括 N 型 II-VI

族材料（例如：N 型鋅化硒（ZnSe））或 N 型 III-V 氮族化物材料（例如：N 型氮化鎵（GaN）、N 型氮化鋁（AlN）、N 型氮化銦（InN）、N 型氮化銦鎵（InGaN）、N 型氮化鋁鎵（AlGaN）或 N 型氮化鋁銦鎵（AlInGaN），較佳為 N 型氮化鎵層（n-GaN），而 P 型半導體層 140 其材料可包括 P 型 II-VI 族材料（例如：P 型鋅化硒（ZnSe））或 P 型 III-V 氮族化物材料（例如：P 型氮化鎵（GaN）、P 型氮化鋁（AlN）、P 型氮化銦（InN）、P 型氮化銦鎵（InGaN）、P 型氮化鋁鎵（AlGaN）或 P 型氮化鋁銦鎵（AlInGaN），較佳為 P 型氮化鎵層（p-GaN），但本發明並不以此為限。

【0030】請再參照圖 2，詳細來說，本實施例的發光二極體 100a 更包括緩衝層 170 以及基板 SUB，其中緩衝層 170 以及基板 SUB 位於 N 型半導體層 110 相對於其第一側 S1 的第二側 S2，且緩衝層 170 位於 N 型半導體層 110 與基板 SUB 之間。基板 SUB 的材質例如是藍寶石基板（sapphire substrate）、矽、碳化矽（SiC）、砷化鎵（GaAs）、玻璃、陶瓷或晶格結構與 N 型半導體層 110 匹配的其它材質。此外，晶格常數接近於 N 型半導體層 110 之單晶化合物亦適於做為基板 SUB 之材質，例如是氮化鎵（GaN）基板。緩衝層 170 用以提供適當應力釋放並且改善後續形成的薄膜的磊晶品質，其中緩衝層 170 的材料例如是包括未刻意摻雜的氮化鎵（unintentionally doped GaN, u-GaN）。

【0031】在一實施例中，發光層 120 的結構例如是多層量子井結構（Multiple Quantum Well, MQW），其中多重量子井結構包括以

重複的方式交替設置的多個量子井層 (Well) 和多個量子阻障層 (Barrier)，此設計更可以有效地提升發光二極體 100a 的發光效率。一般來說，量子阻障層 (Barrier) 的厚度大於量子井層 (Well) 的厚度，其中每一量子井層 (Well) 的厚度落在 1 奈米至 8 奈米的範圍內，每一量子阻障層 (Barrier) 的厚度落在 5 奈米至 15 奈米的範圍內。進一步來說，發光層 120 的材料例如是包括交替堆疊的多層氮化銦鎵 (InGaN) 以及多層氮化鎵 (GaN)，藉由設計發光層 120 中銦或鎵的比例，可使發光層 120 發出不同的發光波長範圍。在其他實施例中，發光層 120 的結構例如是單一量子井結構 (Single Quantum Well, SQW)。應注意的是，關於上述所舉的發光層 120 的材料僅為舉例，本發明的發光層 120 的材料並不以氮化銦鎵與氮化鎵為限。

【0032】 在本實施例中，由於電子阻擋層 130 配置於 P 型半導體層 140 與發光層 120 之間，此配置能夠更有效地阻擋由 N 型半導體層 110 所發出的電子往 P 型半導體層 140 移動，使更多的電子電洞對被侷限在發光層 120 中，以提高電子電洞復合的機率，增加發光二極體 100a 的發光效率。具體而言，在本實施例中，電子阻擋層 130 的能隙 (bandgap) 大於發光層 120 的能隙，電子阻擋層 130 的材料例如是包括 P 型氮化鎵 (GaN)、P 型氮化鋁 (AlN)、P 型氮化鋁鎵 (AlGaN) 或 P 型氮化鋁銦鎵 (AlInGaN)，較佳為 P 型氮化鋁鎵，但本發明並不以此為限。此外，電子阻擋層 130 為超晶格結構 (Superlattice Structure)。

【0033】 在此必須說明的是，下述實施例沿用前述實施例的部分元件標號與部分內容來表示相同或近似的元件，並且省略了相同技術內容的說明，關於相同的元件名稱可以參考前述實施例的部分內容，下述實施例不再重複贅述。

【0034】 圖 3 繪示為本發明一實施例的發光模組中的發光二極體剖面示意圖。在本實施例中，發光模組 10 中的發光二極體 100b 與圖 2 繪示的發光二極體 100a 兩者之間的主要差異在於：發光二極體 100b 係為一垂直式的發光二極體，其中第一電極 150 位於第二側 S2，而發光層 120、電子阻擋層 130、P 型半導體層 140 以及第二電極 160 則位於第一側 S1。接著，在本實施例中，基板 SUB 位於 N 型半導體層 110 與第一電極 150 之間，其中基板 SUB 可為導電基板。換言之，第一電極 150 與 N 型半導體層 110 分別配置基板 SUB 的相對兩表面上。

【0035】 圖 4 繪示為本發明不同實施例的發光模組中的發光二極體的外部量子效率對發光二極體的電流密度的關係圖。在圖 4 所繪示的不同的實施例中，圖 4 中所繪示的實線代表的是發光二極體的電子阻擋層 130 的厚度 t 為 2 奈米，其對應的外部量子效率對電流密度 D 的關係圖；而圖 4 中所繪示的虛線代表的是發光二極體的電子阻擋層 130 的厚度 t 為 150 奈米，其對應的外部量子效率對電流密度 D 的關係圖。

【0036】 請再參照圖 4，在電流密度 D 落在 0.001 安培/平方公分至 4 安培/平方公分的操作範圍中，相較於具有較厚的電子阻擋層

130 的厚度 t (150 奈米) 的發光二極體，具有較薄的電子阻擋層 130 的厚度 t (2 奈米) 的發光二極體則具有較高的外部量子效率；而在電流密度 D 大於 20 安培/平方公分的操作範圍中，相對於具有較薄的電子阻擋層 130 的厚度 t (2 奈米) 的發光二極體，具有較厚的電子阻擋層 130 的厚度 t (150 奈米) 的發光二極體則具有較高的外部量子效率。

【0037】 因此，在較低的電流密度 D 的操作範圍下 (0.001 安培/平方公分至 4 安培/平方公分的範圍內)，相較於具有較厚的電子阻擋層 130 的厚度 t (150 奈米) 的發光二極體來說，具有較薄的電子阻擋層 130 的厚度 t (2 奈米) 的發光二極體具有較高的外部量子效率；但是在較高的電流密度 D 的操作範圍下 (20 安培/平方公分至 70 安培/平方公分的範圍內)，具有較薄的電子阻擋層 130 的厚度 t (2 奈米) 的發光二極體的外部量子效率隨著電流密度 D 的增加下跌的較快，換言之，隨著電流密度 D 的增加，具有較薄的電子阻擋層 130 的厚度 t (2 奈米) 的發光二極體的外部量子效率的效率衰退 (Efficiency Droop) 效應較明顯。另一方面，在較低的電流密度 D 的操作範圍下 (0.001 安培/平方公分至 4 安培/平方公分的範圍內)，相較於具有較薄的電子阻擋層 130 的厚度 t 的發光二極體，具有較厚的電子阻擋層 130 的厚度 t 的發光二極體具有較低的外部量子效率，但是在較高的電流密度 D 的操作範圍下 (20 安培/平方公分至 70 安培/平方公分的範圍內)，具有較厚的電子阻擋層 130 的厚度 t 的發光二極體的外部量子效率較高且其外部量子

效率隨著電流密度 D 的增加下跌的較慢。換言之，隨著電流密度 D 的增加，其外部量子效率的效率衰退（Efficiency Droop）效應較不明顯。所以，具有較薄的電子阻擋層 130 的厚度的發光二極體適用於較低的電流密度 D 的操作範圍（0.001 安培/平方公分至 4 安培/平方公分的範圍內），而具有較厚的電子阻擋層 130 的厚度的發光二極體則適用於較高的電流密度 D 的操作範圍（20 安培/平方公分至 70 安培/平方公分的範圍內）。

● 【0038】 圖 5 繪示為本發明不同實施例的發光模組中的發光二極體的外部量子效率對操作發光二極體的電流密度的關係圖。在圖 5 所繪示的不同的實施例中，圖 5 中所繪示的實線代表的是發光二極體的電子阻擋層 130 的厚度 t 為 2 奈米，其對應的外部量子效率對電流密度 D 的關係圖；而圖 5 所繪示的虛線代表的是發光二極體的電子阻擋層 130 的厚度 t 為 30 奈米，其對應的外部量子效率對電流密度 D 的關係圖。首先，由圖 5 可看出，總體來說，在不同的電流密度的操作範圍下，具有電子阻擋層 130 的厚度 t 為 2 奈米的發光二極體與具有電子阻擋層 130 的厚度 t 為 30 奈米的發光二極體兩者的外部量子效率的表現狀況皆類似。詳言之，在較低的電流密度 D 的操作範圍下（0.001 安培/平方公分至 4 安培/平方公分的範圍內），兩者的外部量子效率皆較高；而在較高的電流密度 D 的操作範圍下（20 安培/平方公分至 70 安培/平方公分的範圍內），兩者的外部量子效率皆較低。此外，隨著電流密度 D 的增加，兩者的外部量子效率的效率衰退（Efficiency Droop）效應較

為明顯。因此，具有電子阻擋層 130 的厚度 t 是落在 2 奈米至 30 奈米的範圍的發光二極體的電子阻擋層 130 適用於較低的電流密度 D 的操作範圍。更進一步來說，電子阻擋層 130 的厚度 t 可對應發光層 120 中的量子井層 (Well) 的厚度來設計。較佳地，電子阻擋層 130 的厚度 t 落在發光層 120 中單個量子井層 (Well) 的厚度的 0.3 倍至 8 倍的範圍內。

【0039】 值得一提的是，電子阻擋層 130 的厚度 t 是落在 2 奈米至 30 奈米的範圍內所對應的發光二極體，其外部量子效率曲線的最高峰值所對應的電流密度 D 是落在 0.01 安培/平方公分至 3 安培/平方公分的範圍內。此外，上述範圍內所對應的發光二極體為微型發光二極體，且微型發光二極體的邊長尺寸是落在 3 微米至 40 微米的範圍內。另一方面，上述範圍內所對應的發光二極體的磊晶缺陷密度是落在 10^3 /平方公分至 10^8 /平方公分的範圍內。

【0040】 圖 6 繪示為本發明不同實施例的發光模組中的發光二極體的外部量子效率對發光二極體的電流密度的關係圖。圖 6 中所繪示的實線代表的是發光二極體的電子阻擋層 130 的厚度 t 為 80 奈米，其對應的外部量子效率對電流密度 D 的關係圖；而圖 6 所繪示的虛線代表的是發光二極體的電子阻擋層 130 的厚度 t 為 150 奈米，其對應的外部量子效率對電流密度 D 的關係圖。首先，由圖 6 可看出，總體來說，在不同的電流密度的操作範圍下，具有電子阻擋層 130 的厚度 t 為 80 奈米的發光二極體與具有電子阻擋層 130 的厚度 t 為 150 奈米的發光二極體兩者的外部量子效率的表

現狀況類似。詳言之，在較低的電流密度 D 的操作範圍下（0.001 安培/平方公分至 4 安培/平方公分的範圍內），兩者的外部量子效率較低；而在較高的電流密度 D 的操作範圍下（20 安培/平方公分至 70 安培/平方公分的範圍內），兩者的外部量子效率較高。此外，隨著電流密度 D 的增加，兩者的外部量子效率的效率衰退（Efficiency Droop）效應較不明顯。因此，具有電子阻擋層 130 的厚度 t 是落在 80 奈米至 150 奈米的範圍內的發光二極體的電子阻擋層 130 適用於較高的電流密度 D 的操作範圍。更進一步來說，電子阻擋層 130 的厚度 t 可對應發光層 120 中的量子井層（Well）的厚度來設計。較佳地，電子阻擋層 130 的厚度 t 落在發光層 120 中單個量子井層（Well）的厚度的 15 倍至 40 倍的範圍內。

【0041】 值得一提的是，當電子阻擋層 130 的厚度 t 落在 80 奈米至 150 奈米的範圍內所對應的發光二極體，發光二極體的外部量子效率曲線的最高峰值所對應的電流密度 D 是落在 3 安培/平方公分至 10 安培/平方公分的範圍內。此外，上述範圍內所對應的發光二極體的邊長尺寸是落在 0.2 公釐至 2 公釐的範圍內。

【0042】 換言之，本發明的發光模組 10 根據發光二極體的不同電流密度 D 操作範圍以設計發光模組 10 中的發光二極體中的電子阻擋層 130 的厚度 t ，以達到一個理想的外部量子效率，進而提昇發光二極體的發光效率。整體來說，本發明的實施例的發光二極體的電流密度 D 與電子阻擋層 130 的厚度 t 的比例（安培/平方公分-奈米）大於 0 且小於或等於 2，具有較理想的發光效率。詳細

來說，發光二極體的電流密度 D 是落在 0.001 安培/平方公分至 4 安培/平方公分的範圍內，厚度 t 落在 2 奈米至 30 奈米的範圍內，則具有較理想的發光效率；而發光二極體的電流密度 D 與厚度 t 的比例（安培/平方公分-奈米）是落在 0.133 至 0.875 的範圍內，發光二極體的電流密度 D 是落在 20 安培/平方公分至 70 安培/平方公分的範圍內，且厚度 t 則落在 80 奈米至 150 奈米的範圍內，則具有較理想的發光效率。如此一來，在發光二極體的不同的電流密度 D 操作範圍下，發光模組 10 中的發光二極體皆具有理想的發光效率。

【0043】 需注意的是，發光二極體的種類可以是上述所提到的發光二極體 100a 或發光二極體 100b，也就是水平式發光二極體或垂直式發光二極體，而上述實施例的發光模組中的不同形式的發光二極體僅為舉例，也可以是覆晶式的發光二極體，本發明並不以此為限。

【0044】 綜上所述，本發明的實施例的發光模組根據發光二極體不同的電流密度操作範圍以設計發光模組中的發光二極體中的電子阻擋層的厚度，以達到較理想的外部量子效率，進而提昇發光模組中的發光二極體的發光效率。如此一來，在不同的電流密度操作範圍下，發光模組中的發光二極體皆具有一個理想的發光效率。

【0045】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的

105-9-22

精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】**【0046】**

- 10：發光模組
- 100a、100b：發光二極體
- 110：N型半導體層
- 112：第一部分
- 114：第二部分
- 120：發光層
- 130：電子阻擋層
- 140：P型半導體層
- 150：第一電極
- 160：第二電極
- 170：緩衝層
- 200：驅動單元
- D：電流密度
- t：厚度
- I：操作電流
- S1：第一側
- S2：第二側
- SUB：基板

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種發光模組，包括：

一驅動單元；以及

一發光二極體，電性連接於該驅動單元，該驅動單元提供一操作電流用以使該發光二極體電激發光，該發光二極體包括：

一 N 型半導體層；

一發光層；

一電子阻擋層，該電子阻擋層具有一厚度 t ，且該厚度小於等於 30 奈米或大於等於 80 奈米；

一 P 型半導體層；以及

其中該發光層位於該電子阻擋層與該 N 型半導體層之間，該電子阻擋層位於該 P 型半導體層與該發光層之間，且該發光二極體的一電流密度 D （安培/平方公分）與該厚度 t （奈米）的比例（安培/平方公分-奈米）大於 0 且小於或等於 2。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述的發光模組，其中該電流密度是落在0.001安培/平方公分至4安培/平方公分的範圍內，且該厚度落在2奈米至30奈米的範圍內。

【第3項】如申請專利範圍第2項所述的發光模組，其中該發光層為一多重量子井結構，該多重量子井結構包括交替設置的多個量子井層和多個量子阻障層，且該厚度落在單個該量子井層的厚度的0.3倍至8倍的範圍內。

105-9-22

【第4項】如申請專利範圍第1項所述的發光模組，其中該電流密度與該厚度的比例是落在0.133至0.875的範圍內，該電流密度是落在20安倍/平方公分至70安倍/平方公分的範圍內，且該厚度落在80奈米至150奈米的範圍內。

【第5項】如申請專利範圍第4項所述的發光模組，其中該發光層為一多重量子井結構，該多重量子井結構包括交替設置的多個量子井層和多個量子阻障層，且該厚度落在單個該量子井層的厚度的15倍至40倍的範圍內。

【第6項】如申請專利範圍第2項所述的發光模組，其中該發光二極體的外部量子效率曲線的最高峰值所對應的該電流密度是落在0.01安倍/平方公分至3安倍/平方公分的範圍內。

【第7項】如申請專利範圍第2項所述的發光模組，其中該發光二極體為一微型發光二極體，且該微型發光二極體的邊長尺寸是落在3微米至40微米的範圍內。

【第8項】如申請專利範圍第2項所述的發光模組，其中該發光二極體的磊晶缺陷密度是落在 10^3 /平方公分至 10^8 /平方公分的範圍內。

【第9項】如申請專利範圍第4項所述的發光模組，其中該發光二極體的外部量子效率曲線的最高峰值所對應的該電流密度是落在3安倍/平方公分至10安倍/平方公分的範圍內。

【第10項】如申請專利範圍第4項所述的發光模組，其中該發光二極體的邊長尺寸是落在0.2公釐至2公釐的範圍內。

105-9-22

【第11項】如申請專利範圍第1項所述的發光模組，其中該發光二極體更包括一第一電極與一第二電極，該第一電極電性連接於該N型半導體層，該第二電極電性連接於該P型半導體層，且該驅動單元分別藉由該第一電極與該第二電極電性連接於該N型半導體層與該P型半導體層。

【第12項】如申請專利範圍第1項所述的發光模組，其中該電子阻擋層的材料包括P型氮化鋁鎵。

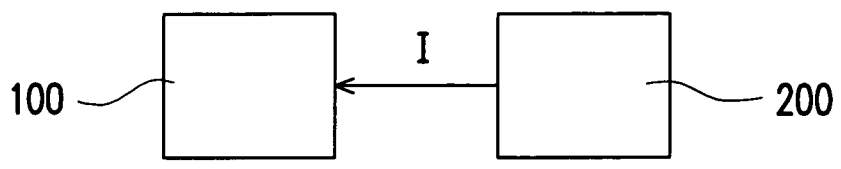
【第13項】如申請專利範圍第1項所述的發光模組，其中該電子阻擋層為超晶格結構。

【第14項】如申請專利範圍第1項所述的發光模組，其中該N型半導體層的材料包括N型氮化鎵。

【第15項】如申請專利範圍第1項所述的發光模組，其中該P型半導體層的材料包括P型氮化鎵。

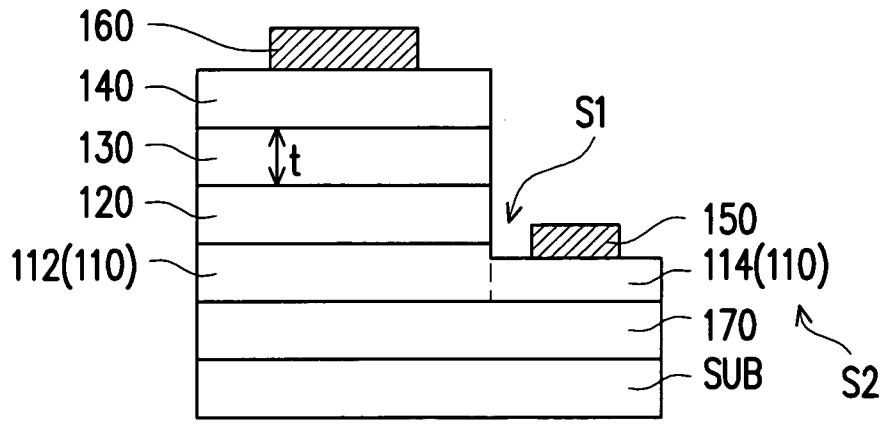
【第16項】如申請專利範圍第1項所述的發光模組，其中該發光層包括交替堆疊的多個氮化銦鎵層以及多個氮化鎵層。

【發明圖式】



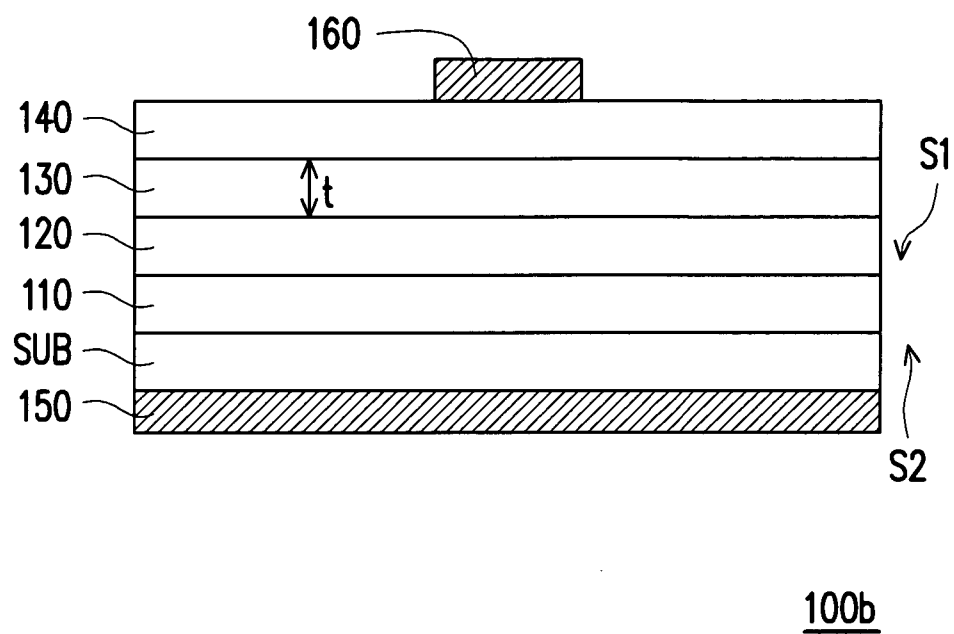
10

【圖1】

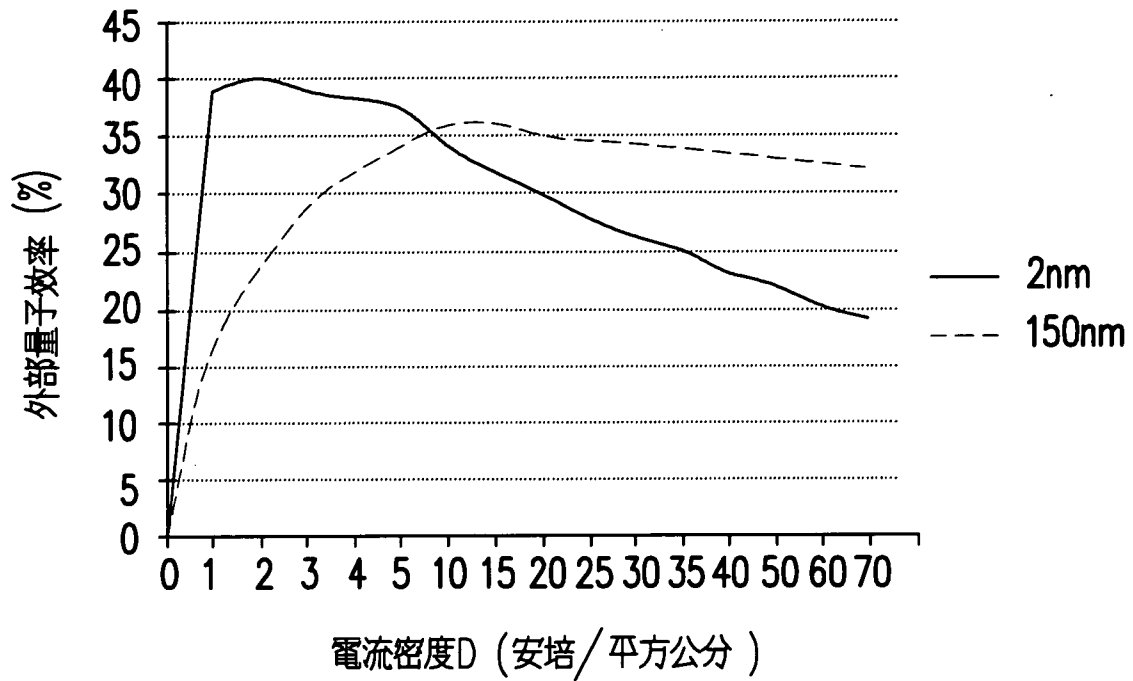


100a

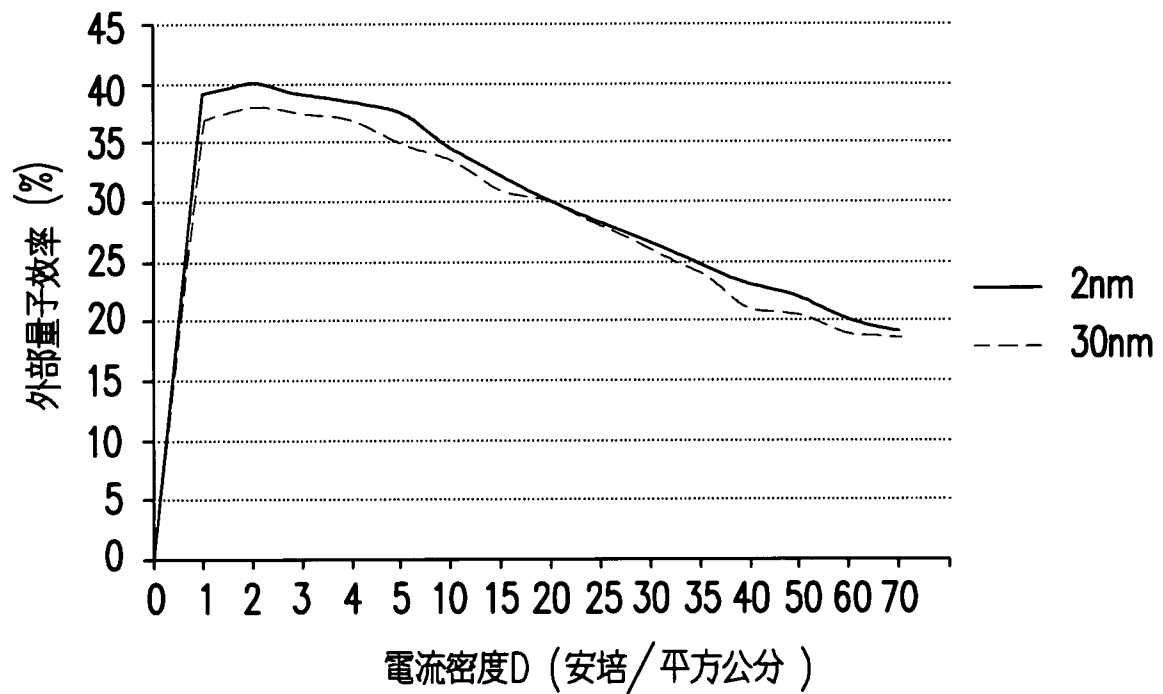
【圖2】



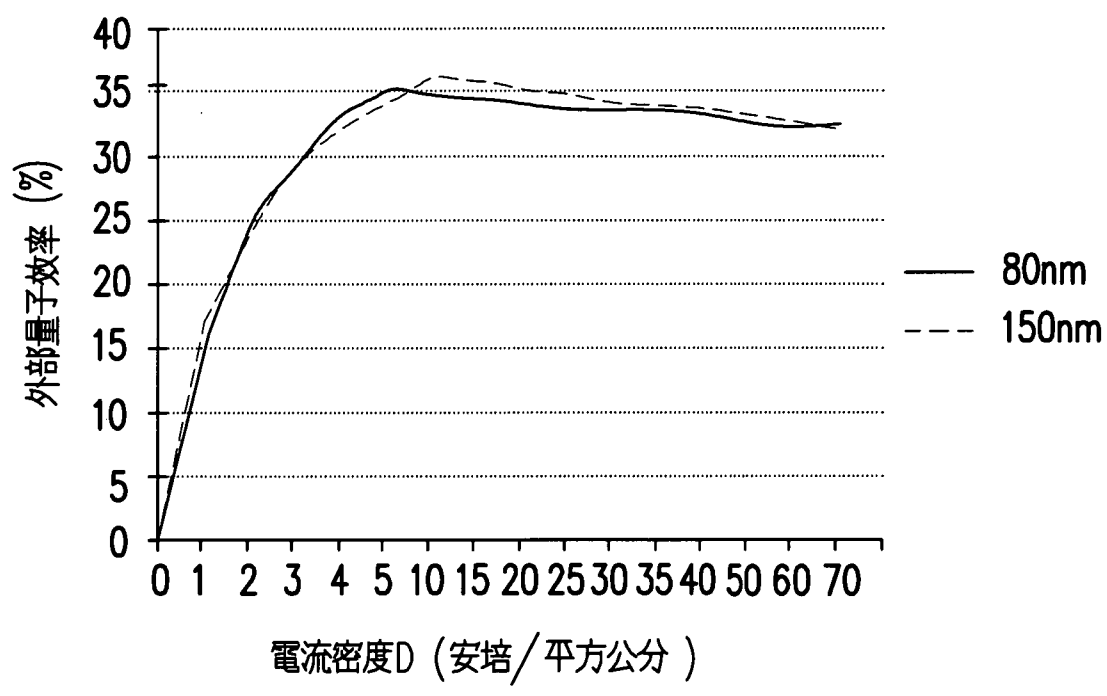
【圖3】



【圖4】



【圖5】



【圖6】