



(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 I871424 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：110102433

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 01 月 22 日

(51)Int. Cl. : *H10H20/814 (2025.01)**H10H20/824 (2025.01)**H10H20/841 (2025.01)**H10H20/857 (2025.01)**H10H29/10 (2025.01)*

(30)優先權：2020/01/25 美國

62/965,889

(71)申請人：中國大陸商上海顯耀顯示科技有限公司 (中國大陸) JADE BIRD DISPLAY

(SHANGHAI) LIMITED (CN)

中國大陸

(72)發明人：李起鳴 LI, QIMING (CN)

(74)代理人：林育雅

(56)參考文獻：

TW 201115729A

CN 102097424A

JP 2002-368275A

US 2010/0078670A1

US 2011/0193113A1

US 2019/0355888A1

審查人員：皮欣霖

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：12 共 48 頁

(54)名稱

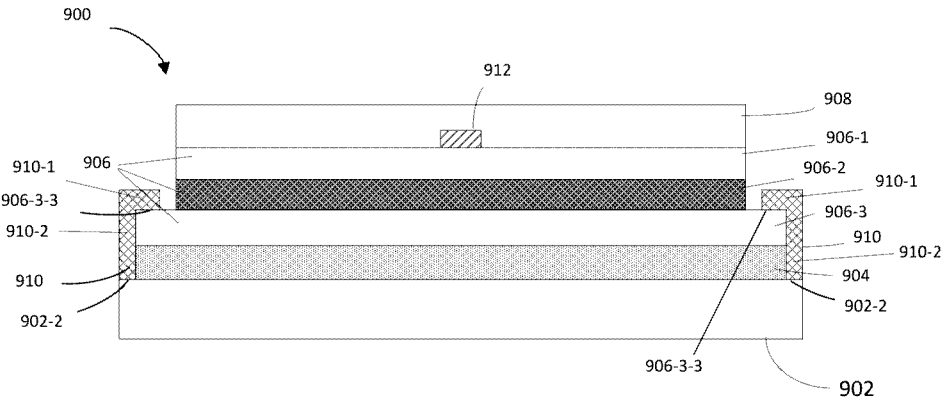
具有高光萃取效率之微型發光二極體

(57)摘要

本發明揭示一種具有一高光萃取效率之微型發光二極體(LED)，其包含一底部導電層、該底部導電層上之一發光層及該發光層上之一頂部導電結構。該微型 LED 另外包含電連接該發光層之側壁與該底部導電層之一導電側臂及配置於該發光層下方及該底部導電層上方之一反射性底部介電層。在一些實施例中，該微型 LED 進一步包含該頂部導電結構與該發光層之間的一歐姆接觸件，其具有一小面積且透明以藉此增大光出射面積且提高光萃取效率。

A micro light emitting diode (LED) having a high light extraction efficiency includes a bottom conductive layer, a light emitting layer on the bottom conductive layer, and a top conductive structure on the light emitting layer. The micro LED additionally includes a conductive side arm electrically connecting the sidewall of the light emitting layer with the bottom conductive layer, and a reflective bottom dielectric layer arranged under the light emitting layer and above the bottom conductive layer. In some embodiments, the micro LED further includes an ohmic contact between the top conductive structure and the light emitting layer that has a small area and is transparent, thereby increasing the light emergent area and improving the light extraction efficiency.

指定代表圖：



【圖9】

符號簡單說明：

- 900:微型 LED 結構
- 902:底部導電層
- 902-2:突出頂部
- 904:底部介電層
- 906:發光層
- 906-1:第一類型之半導體層
- 906-2:有源層
- 906-3:第二類型之半導體層
- 906-3-3:突出頂部
- 908:頂部導電結構
- 910:導電側臂
- 910-1:水平部分
- 910-2:垂直部分
- 912:歐姆接觸層



公告本

I871424

【發明摘要】

【中文發明名稱】

具有高光萃取效率之微型發光二極體

【英文發明名稱】

MICRO LIGHT EMITTING DIODE WITH HIGH LIGHT
EXTRACTION EFFICIENCY

【中文】

本發明揭示一種具有一高光萃取效率之微型發光二極體(LED)，其包含一底部導電層、該底部導電層上之一發光層及該發光層上之一頂部導電結構。該微型LED另外包含電連接該發光層之側壁與該底部導電層之一導電側臂及配置於該發光層下方及該底部導電層上方之一反射性底部介電層。在一些實施例中，該微型LED進一步包含該頂部導電結構與該發光層之間的一歐姆接觸件，其具有一小面積且透明以藉此增大光出射面積且提高光萃取效率。

【英文】

A micro light emitting diode (LED) having a high light extraction efficiency includes a bottom conductive layer, a light emitting layer on the bottom conductive layer, and a top conductive structure on the light emitting layer. The micro LED additionally includes a conductive side arm electrically connecting the sidewall of the light emitting layer with the bottom conductive layer, and a reflective bottom dielectric layer arranged under the light emitting layer and above the bottom conductive layer. In some embodiments, the micro LED further includes an ohmic

contact between the top conductive structure and the light emitting layer that has a small area and is transparent, thereby increasing the light emergent area and improving the light extraction efficiency.

【指定代表圖】

圖9

【代表圖之符號簡單說明】

900:微型LED結構

902:底部導電層

902-2:突出頂部

904:底部介電層

906:發光層

906-1:第一類型之半導體層

906-2:有源層

906-3:第二類型之半導體層

906-3-3:突出頂部

908:頂部導電結構

910:導電側臂

910-1:水平部分

910-2:垂直部分

912:歐姆接觸層

【發明說明書】

【中文發明名稱】

具有高光萃取效率之微型發光二極體

【英文發明名稱】

MICRO LIGHT EMITTING DIODE WITH HIGH LIGHT
EXTRACTION EFFICIENCY

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於顯示裝置，且更特定言之，本發明係關於用於具有高光萃取效率之微型發光二極體(LED)之系統及製造方法。

【先前技術】

【0002】 顯示技術在現今之商業電子裝置中變得越來越流行。此等顯示面板廣泛用於諸如液晶顯示電視(LCD TV)及有機發光二極體電視(OLED TV)之固定大螢幕及諸如膝上型個人電腦、智慧型電話、平板電腦及可穿戴電子裝置之可攜式電子裝置中。近年來，隨著迷你LED及微型LED技術之開發，諸如擴增實境(AR)、投影、抬頭顯示器(HUD)、行動裝置顯示器、可穿戴裝置顯示器及汽車顯示器之消費性裝置及應用需要具有提高效率及解析度之LED面板。例如，整合於一護目鏡內且靠近一穿戴者眼睛定位之一AR顯示器可具有一指甲尺寸，同時仍要求一HD清晰度(1280x720個像素)或更高。

【0003】 發光二極體(LED)係一接面發光裝置，且LED之主結構係一P-N接面。在一正向偏壓下，P-N接面發射可見光或紅外光。LED之發射效率取決於磊晶材料、歐姆接觸電極、晶片結構、幾何形狀等等。

【0004】 在LED之當前技術中，P型LED之形成存在一大挑戰。例

如，歸因於缺少與P-GaN匹配之高功函數金屬，摻雜P-GaN LED存在困難。另外，控制退火溫度、時間及大氣等等需要一低歐姆接觸電阻。需要透明電極來確保光自LED透射。一般而言，形成一良好歐姆接觸需要Au/Ni合金。Au不透射發射波長，此引起金屬電極遮蔽出射光線。因此，電極不能太厚。然而，當電極太薄時，電極之薄層會引起電流不均勻擴散，此繼而會引起局部區域過熱及電極透明度降低。

【0005】 LED顯示器之諸多開發方案旨在提高LED之效率。例如，一覆晶LED結構藉由轉動一LED結構面向下且接合經翻轉LED結構與具有電極之一基板來實施。與其他結構相比，覆晶LED結構在效率及技術成熟度方面具有更多優點，因為覆晶LED結構可减少由P型歐姆接觸電極吸收之光子，且可避免發射光由電極遮蔽。儘管覆晶LED已被廣泛研究，但全反射效應之限制未被克服，此限制光萃取效率之提高。

【0006】 儘管布拉格(Bragg)鏡通常用於提高反射率，但布拉格鏡僅對正入射光具有一高反射率。布拉格鏡對斜入射光具有一低反射率。在該情形中，無法達成一全反射。

【0007】 此外，當在覆晶LED結構中添加一背反射結構時，金屬電極與半導體材料之間的接觸面積减小，藉此引起歐姆接觸電阻急劇增大。形成於背反射結構中之背接觸减小背反射結構之反射面積，此繼而降低反射結構之反射率及LED之光萃取效率。

【0008】 另外，在覆晶LED結構中，電極需要一低功函數金屬來達成N-GaN歐姆接觸。由於蝕刻程序之後所留下之面積有限，因此製備N型歐姆接觸非常困難。

【發明內容】

【0009】 需要改良習知LED系統及結構(諸如上述LED系統及結構)且有助於解決其缺點之改良LED設計。特定言之，需要含具有一良好歐姆接觸、一高萃取面積、一高反射率及一高萃取效率之高效微型LED結構之顯示面板。

【0010】 各種實施例包含一顯示面板，其包含電耦合至對應像素驅動器電路(例如FET)之一像素光源(例如LED、OLED)陣列。

【0011】 在一些實施例中，一種具有一高光萃取效率之微型發光二極體包含：一底部導電層；一發光層，其在該底部導電層上；一頂部導電結構，其在該發光層上；一底部介電層，其定位於該底部導電層與該發光層之間；及一導電側臂，其連接該發光層之一底層之一側壁與該底部導電層。

【0012】 在一些實施例中，該微型發光二極體進一步包含定位於該頂部導電結構與該發光層之間的一歐姆接觸層。

【0013】 在一些實施例中，該歐姆接觸層之橫向寬度明顯窄於該發光層之橫向寬度。

【0014】 在一些實施例中，該頂部導電結構直接覆蓋該歐姆接觸層且該發光層之一大部分未被該歐姆接觸層遮蔽。

【0015】 在一些實施例中，該歐姆接觸層係一金屬膜。

【0016】 在一些實施例中，該歐姆接觸層之厚度小於20 nm，且該歐姆接觸層之橫向寬度小於0.5 μm 。

【0017】 在一些實施例中，該歐姆接觸層之材料包含選自由以下各者組成之群組之至少一或多者：來自一週期表之金屬之I族、II族、III族、IV族、VI族及VIII族。

【0018】 在一些實施例中，該頂部導電結構係透明的且該歐姆接觸層係透明的。

【0019】 在一些實施例中，該底部介電層係一複合反射層。

【0020】 在一些實施例中，該複合反射層包含包括至少一絕緣反射介電層及一複合金屬反射層之多個層，且該複合金屬反射層定位於該絕緣反射介電層之底部處且接觸該底部導電層。

【0021】 在一些實施例中，該複合金屬反射層具有多個層。

【0022】 在一些實施例中，該絕緣反射介電層進一步包括一頂部絕緣介電層及一底部布拉格鏡。

【0023】 在一些實施例中，該頂部絕緣介電層具有不少於三個層。

【0024】 在一些實施例中，該頂部絕緣介電層之材料係金屬氧化物。

【0025】 在一些實施例中，該底部導電層之橫向寬度大於該底部介電層之橫向寬度，使得該底部導電層具有延伸至該底部介電層外部之一突出頂部；且該導電側臂之一端連接至該發光層之一底層且該導電側臂之另一端之至少部分連接至且支撐於該底部導電層之該突出頂部上。

【0026】 在一些實施例中，該底部介電層之橫向寬度不小於該發光層之底部之寬度。

【0027】 在一些實施例中，該發光層進一步自上而下依次包含一第一類型之半導體層、一有源層及一第二類型之半導體層。在一些實施例中，該第二類型之半導體層具有延伸至該有源層及該第一類型之半導體層外部之一突出頂部，且該導電側臂之一端覆蓋且接觸該第二類型之半導體層之該突出頂部，且該導電側臂之另一端接觸該底部導電層。

【0028】 在一些實施例中，該底部導電層之橫向寬度大於該第二類型之半導體層之橫向寬度及該底部介電層之橫向寬度，使得該底部導電層具有延伸至該第二類型之半導體層及該底部介電層外部之一突出頂部。在一些實施例中，該導電側臂之至少部分支撐於該底部導電層之該突出頂部上。

【0029】 在一些實施例中，該底部導電層之橫向寬度小於 $2\text{ }\mu\text{m}$ 。

【0030】 在一些實施例中，該底部導電層之該突出頂部之寬度不大於該第二類型之半導體層之該突出頂部之寬度。

【0031】 在一些實施例中，該第二類型之半導體層進一步包括一第二類型之頂部半導體層及一第二類型之底部半導體層，且該第二類型之底部半導體層相對於該第二類型之頂部半導體層向外延伸，藉此形成一突出頂部。

【0032】 在一些實施例中，該第二類型之頂部半導體層之材料不同於該第二類型之底部半導體層之材料。

【0033】 在一些實施例中，該第二類型之頂部半導體層係AlGaInP且該第二類型之底部半導體層係GaP；且該第一類型之半導體層係AlInP。

【0034】 在一些實施例中，該導電側臂之該端：與該第二類型之底部半導體層之該突出頂部電接觸，不與該第二類型之頂部半導體層電接觸，且不與該發光層及該第一類型之半導體層電接觸。

【0035】 在一些實施例中，該第一類型之半導體層之橫向寬度等於或大於該有源層之橫向寬度。

【0036】 在一些實施例中，該第一類型之半導體層之橫向寬度明顯

窄於該有源層之橫向寬度。

【0037】 在一些實施例中，該導電側臂具有一倒L形。

【0038】 在一些實施例中，該導電側臂附接及連接至該底部介電層之一側壁。

【0039】 在一些實施例中，該底部導電層之橫向寬度大於該底部介電層之橫向寬度，且該底部導電層之一側壁向外突出超過該導電側臂之一側壁。

【0040】 在一些實施例中，該微型發光二極體進一步包含一透明隔離層，其至少覆蓋該第二類型之半導體層之該突出頂部、該導電側臂之一頂部及一側壁、該發光層之一側壁及該第一類型之半導體層之一側壁，且該頂部導電結構定位於該透明隔離層之頂部上。

【0041】 在一些實施例中，該導電側臂之材料係導電金屬。

【0042】 在一些實施例中，該第一類型之半導體層係一N型半導體層且該第二類型之半導體層係一P型半導體層。

【0043】 在一些實施例中，該第一類型之半導體層係一P型半導體層且該第二類型之半導體層係一N型半導體層。

【0044】 在一些實施例中，該底部導電層之材料包含一或多種類型之導電金屬。

【0045】 在一些實施例中，該微型發光二極體進一步包含該底部導電層之底部處之一電路基底，其中該底部導電層用作與該電路基底之一表面接合之一接合層。

【0046】 在一些實施例中，該電路基底至少包含控制該發光層之發射之一驅動電路。

【0047】 在一些實施例中，該微型發光二極體具有至少20%之一光萃取效率。

【0048】 在一些實施例中，該微型發光二極體具有至少40%之一光萃取效率。

【0049】 在一些實施例中，該微型發光二極體具有至少60%之一光萃取效率。

【0050】 應注意，上述各種實施例可與本文中所描述之任何其他實施例組合。本說明書中所描述之特徵及優點非包含所有特徵及優點，且特定言之，一般技術者將鑑於圖式、說明書及申請專利範圍明白諸多額外特徵及優點。此外，應注意，本說明書中所使用之語言主要為了可讀性及教學目的而選擇，且不會為了界定或限制本發明而選擇。

【圖式簡單說明】

【0051】 為能够更詳細理解本發明，可藉由參考各種實施例之特徵來進行一更具體描述，一些特徵繪示於附圖中。然而，附圖僅繪示本發明之相關特徵且因此不應被視為限制，因為描述可容許其他有效特徵。

【0052】 圖1係根據一第一實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。

【0053】 圖2係根據一第二實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。

【0054】 圖3係根據一第三實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。

【0055】 圖4描繪根據一些實施例之一微型LED結構之一底部介電層之一結構之一橫截面圖。

【0056】 圖5描繪根據一些實施例之一微型LED結構之一底部介電層之一結構之一橫截面圖。

【0057】 圖6係根據一第四實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。

【0058】 圖7係根據一第五實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。

【0059】 圖8係根據一第六實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。

【0060】 圖9係根據一第七實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。

【0061】 圖10係根據一第八實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。

【0062】 圖11係根據一第九實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。

【0063】 圖12係根據一些實施例之一微型LED顯示面板1200之一俯視圖。

【0064】 根據慣例，圖式中所繪示之各種特徵可不按比例繪製。因此，為清楚起見，各種構件之尺寸可任意放大或縮小。另外，一些圖式可不描繪一給定系統、方法或裝置之所有組件。最後，在本說明書及所有圖中，相同元件符號可用於標示相同構件。

【實施方式】

【0065】 本文描述諸多細節以提供附圖中所繪示之實例實施例之一透徹理解。然而，可在無諸多具體細節之情況下實踐一些實施例，且申請

專利範圍之範疇僅受限於申請專利範圍中明確敘述之特徵及態樣。此外，未詳盡描述熟知程序、組件及材料以免不必要地模糊本文中所描述之實施例之相關態樣。現將詳細參考本發明較佳實施例來提供本發明之一進一步理解。所討論之具體實施例及附圖僅繪示製造及使用本發明之具體方式，且不限制本發明或隨附申請專利範圍之範疇。

【0066】 根據本發明之實施例包含一顯示面板及製造顯示面板之方法，顯示面板包含具有一像素驅動器電路陣列之一基板、形成於基板上之具有下文將描述之結構之一LED陣列。具有一高光萃取效率之顯示面板能够克服習知顯示系統之缺點。

【0067】 圖1係根據一第一實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。圖1中所繪示之微型LED結構100具有一高光萃取效率。在一些實施例中，光萃取效率至少為20%。在一些實施例中，光萃取效率至少為30%。在一些實施例中，光萃取效率至少為40%。在一些實施例中，微型LED包含一底部導電層102、底部導電層102上之一發光層106及發光層106上之一頂部導電結構108。在一些實施例中，微型LED進一步包括經配置於底部導電層102與發光層106之間的一底部介電層104。在一些實施例中，底部介電層104係發光層106之一部分。在一些實施例中，發光層106包含諸多不同層。在一些實施例中，一導電側臂110連接發光層106之一底層或底部部分(圖1中未單獨展示)之側壁與底部導電層102。在一些實施例中，導電側臂110位於微型LED結構之兩側上。在一些實施例中，頂部導電結構108形成一頂部導電結構，其不受限於此實施例之範疇。在一些實施例中，頂部導電結構之形狀係一線形、一正方形、一矩形或一些其他形狀。

【0068】圖2係根據一第二實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。圖2中所繪示之微型LED結構200具有一高光萃取效率。在一些實施例中，光萃取效率至少為20%。在一些實施例中，光萃取效率至少為30%。在一些實施例中，光萃取效率至少為40%。在一些實施例中，光萃取效率至少為50%。在一些實施例中，圖2中之微型LED結構200係基於圖1之微型LED結構100。類似於圖1中之微型LED結構100，微型LED結構200包含一底部導電層202、一發光層206、一底部介電層204、一頂部導電結構208及一導電側臂210。另外，在一些實施例中，連接至導電側臂210之底部導電層202具有一突出底部202-1，使得導電側臂210之底部至少部分或替代地，完全由底部導電層202之突出底部202-1支撐。在一實施例中，導電側臂210之側壁與底部導電層202之突出底部202-1之側壁對準，如圖2中所展示。此外，在一些實施例中，一歐姆接觸層212放置於頂部導電結構208與發光層206之間。在一些實施例中，歐姆接觸層212係一金屬膜。歐姆接觸層212之金屬膜之組分至少選自以下之一或多者：週期表中之I族、II族、III族、IV族、VI族及VIII族及其等之組合，諸如Au、Cr、Be、Zn、Pt、Ti、Ge、Ni、In及其等之組合。在一些實施例中，當光自LED 200之頂部發射時，發射光之一透明頂部導電結構用作頂部導電結構208，諸如氧化銦錫(ITO)透明導電膜。在一些實施例中，歐姆接觸層212透射發射光。較佳地，當歐姆接觸層212之厚度小於20 nm時，歐姆接觸層212可透射發射光。

【0069】圖3係根據一第三實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。圖3中所繪示之微型LED結構300具有一高光萃取效率。在一些實施例中，光萃取效率至少為20%。在一些實施例中，光萃取效率至少為

30%。在一些實施例中，光萃取效率至少為40%。在一些實施例中，光萃取效率至少為50%。在一些實施例中，光萃取效率至少為60%。在一些實施例中，圖3中之微型LED結構300係基於圖2之微型LED結構200。類似於圖2中之微型LED結構200，微型LED結構300包含一底部導電層302、一發光層306、一底部介電層304及一頂部導電結構308、一導電側臂310、導電側臂310下方之底部導電層302之一突出底部302-1及一歐姆接觸層312。在一些實施例中，歐姆接觸層312之寬度明顯窄於發光層306之寬度以形成一歐姆接觸點。頂部導電結構308覆蓋歐姆接觸層312且發光層306未被歐姆接觸層312完全遮蔽。在一些實施例中，為提高光萃取效率，歐姆接觸層312之橫向寬度小於1 μm ，較佳地，小於0.5 μm 。在一些實施例中，為提高歐姆接觸層312之光透射比，歐姆接觸層312之厚度小於20 nm。在一些實施例中，歐姆接觸層312之材料取決於發光層306之類型及頂部導電結構308之材料。在一些實施例中，歐姆接觸層312之材料係金屬。在一些較佳實施例中，歐姆接觸層312具有由複合金屬材料(諸如由圖2中之歐姆接觸層212使用之材料)形成之多個層。

【0070】圖4描繪根據一些實施例之一微型LED結構之一底部介電層之一結構之一橫截面圖。底部介電層404可用作圖1至圖3中之底部介電層。底部介電層404具有一反射率。在一些實施例中，底部介電層404具有大於50%之一反射率。在一些實施例中，底部介電層404具有大於70%之一反射率。在一些實施例中，底部介電層404具有大於90%之一反射率。在一些較佳實施例中，底部介電層404係一複合反射層，其增大反射面積且提高反射效率。如圖4中所展示，複合反射層404具有至少包含一絕緣反射介電層404-1及一複合金屬反射層404-2之多個層。在一些實施例

中，複合金屬反射層404-2配置於絕緣反射介電層404-1之底部處。在一些實施例中，複合金屬反射層404-2接觸圖1至圖3中所展示之底部導電層。在一些實施例中，複合金屬反射層404-2之材料類似或相同於底部導電層之材料(諸如Cr及/或Au等等)，此不僅用作一反射層，且亦用作絕緣反射介電層404-1與底部導電層之間的一緩衝層。複合金屬反射層404-2進一步增大絕緣反射介電層404-1與底部導電層之間的黏著力，使得絕緣反射介電層404-1與底部導電層牢固地接合在一起。

【0071】 圖5描繪根據一些實施例之一微型LED結構之一底部介電層之一結構之一橫截面圖。底部介電層504可用作圖1至圖4中之底部介電層。在一些實施例中，底部介電層504包含一絕緣反射介電層504-1及一複合金屬反射層504-2。在一些實施例中，亦展示於圖4中之絕緣反射介電層504-1包含一頂部絕緣介電層504-11及一底部分佈式布拉格反射器(DBR) 504-12。在一些實施例中，頂部絕緣介電層504-11之材料係金屬氧化物，且在一些實施例中，頂部絕緣介電層504-11之材料進一步包含Si、In或/及Sn等等。在一些實施例中，一多層布拉格鏡(DBR)用作熟習技術者已知且本文中不再進一步描述之底部DBR 504-12。在一些實施例中，頂部絕緣介電層504-11可增大光線之透射比及折射率，使得光線有效進入至底部DBR 504-12中。在一些實施例中，頂部絕緣介電層504-11包含多個層，諸如大於或等於三個層。

【0072】 圖6係根據一第四實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。圖6中所繪示之微型LED結構600具有一高光萃取效率。在一些實施例中，光萃取效率至少為20%。在一些實施例中，光萃取效率至少為30%。在一些實施例中，光萃取效率至少為40%。在一些實施例中，光萃

取效率至少為50%。在一些實施例中，光萃取效率至少為60%。在一些實施例中，圖6中之微型LED結構600係基於圖3之微型LED結構300。類似於圖3中之微型LED結構300，微型LED結構600包含一底部導電層602、一發光層606、一底部介電層604、一頂部導電結構608、一導電側臂610及明顯窄於發光層606以形成一歐姆接觸點之一歐姆接觸層612。在一些實施例中，如圖6中所展示，底部導電層602之橫向寬度大於複合反射層(底部介電層604)之橫向寬度，使得底部導電層602具有向外突出之一突出頂部602-2。在一些實施例中，導電側臂610之一端連接至發光層606之一底層或一底部部分(圖6中未單獨展示)，且導電側臂610之另一端之至少部分連接至底部導電層602之突出頂部602-2。如圖6中所展示，導電側臂610之底部之部分支撐於底部導電層602之突出頂部602-2上。在一些實施例中，為確保微型LED結構600之高萃取效率，底部導電層602之橫向寬度小於2 μm ，較佳地，在0.3 μm 至2 μm 之範圍內。

【0073】 圖7係根據一第五實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。圖7中所繪示之微型LED結構700具有一高光萃取效率。在一些實施例中，光萃取效率至少為20%。在一些實施例中，光萃取效率至少為30%。在一些實施例中，光萃取效率至少為40%。在一些實施例中，光萃取效率至少為50%。在一些實施例中，光萃取效率至少為60%。在一些實施例中，圖7中之微型LED結構700係基於圖6之微型LED結構600。類似於圖6中之微型LED結構600，微型LED結構700包含一底部導電層702、一發光層706、一底部介電層704、一頂部導電結構708、一導電側臂710及明顯窄於發光層706以形成一歐姆接觸點之一歐姆接觸層712。且底部導電層702之橫向寬度大於複合反射層(底部介電層704)之橫向寬度，使得

底部導電層702具有向外突出之一突出頂部702-2。在一些實施例中，底部導電層702具有相對於底部介電層704向外突出之一突出頂部702-2，使得導電側臂710之底部至少部分或替代地，完全支撐於底部導電層702之突出頂部702-2上。在一實施例中，導電側臂710之側壁與底部導電層702之側壁對準，如圖7中所展示。

【0074】 針對圖6及圖7中所繪示之實施例，在一些實施例中，底部介電層704之橫向寬度不小於發光層706之底部之寬度，且發光層706之側壁係垂直或傾斜的。在另一實施例中，底部介電層704之橫向寬度可小於發光層706之底部之寬度，同時導電側臂710之形狀係一L形。

【0075】 圖8係根據一第六實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。圖8中所繪示之微型LED結構800具有一高光萃取效率。在一些實施例中，光萃取效率至少為20%。在一些實施例中，光萃取效率至少為30%。在一些實施例中，光萃取效率至少為40%。在一些實施例中，光萃取效率至少為50%。在一些實施例中，光萃取效率至少為60%。在一些實施例中，圖8中之微型LED結構800係基於圖7之微型LED結構700。類似於圖7中之微型LED結構700，微型LED結構800包含一底部導電層802、一發光層806、一底部介電層804、一頂部導電結構808、一導電側臂810及明顯窄於發光層806以形成一歐姆接觸點之一歐姆接觸層812。且底部導電層802之橫向寬度大於複合反射層(底部介電層804)之橫向寬度，使得底部導電層802具有向外突出之一突出頂部802-2，且導電側臂810之底部至少部分或替代地，完全支撐於底部導電層802之突出頂部802-2上。在一實施例中，導電側臂810之側壁與底部導電層802之側壁對準，如圖8中所展示。在一些實施例中，發光層806之底部橫向寬度小於底部介電層804之

橫向寬度。在一些實施例中，導電側臂810具有一倒L形。導電側臂810包括一水平部分810-1及一垂直部分810-2。水平部分810-1之端延伸至且接觸發光層806之一底層或一底部部分(圖8中未單獨展示)，而垂直部分810-2之端延伸至且接觸底部導電層802。

【0076】圖9係根據一第七實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。圖9中所繪示之微型LED結構900具有一高光萃取效率。在一些實施例中，光萃取效率至少為20%。在一些實施例中，光萃取效率至少為30%。在一些實施例中，光萃取效率至少為40%。在一些實施例中，光萃取效率至少為50%。在一些實施例中，光萃取效率至少為60%。在一些實施例中，光萃取效率至少為70%。在一些實施例中，圖9中之微型LED結構900係基於圖8之微型LED結構800。類似於圖8中之微型LED結構800，微型LED結構900包含一底部導電層902、一發光層906、一底部介電層904、一頂部導電結構908、一導電側臂910及明顯窄於發光層906以形成一歐姆接觸點之一歐姆接觸層912。此外，底部導電層902之橫向寬度大於複合反射層(底部介電層904)之橫向寬度，使得底部導電層902具有向外突出之一突出頂部902-2，且導電側臂910之底部至少部分或替代地，完全支撐於底部導電層902之突出頂部902-2上。在一實施例中，導電側臂910之側壁與底部導電層902之側壁對準，如圖9中所展示。在一些實施例中，導電側臂910具有一倒L形。導電側臂910包括一水平部分910-1及一垂直部分910-2。

【0077】如圖9中所展示，在一些實施例中，發光層906自上而下依次包括一第一類型之半導體層906-1、一有源層906-2及一第二類型之半導體層906-3。在一些實施例中，第二類型之半導體層906-3具有大於第一類

型之半導體層906-1之橫向寬度及有源層906-2之橫向寬度之一橫向寬度，因此在第二類型之半導體層906-3之邊緣處形成一突出頂部906-3-3。在一些實施例中，第一類型之半導體層906-1之橫向寬度相同於有源層906-2之橫向寬度。在一些實施例中，第一類型之半導體層906-1之橫向寬度相同於頂部導電結構908之橫向寬度。

【0078】 在一些實施例中，導電側臂910之水平部分910-1之端覆蓋且接觸第二類型之半導體層906-3之突出頂部906-3-3且導電側臂910之垂直部分910-2之另一端接觸底部導電層902。

【0079】 在一些實施例中，第一類型之半導體層906-1係一N型半導體層且第二類型之半導體層906-3係一P型半導體層。替代地，在一些實施例中，第一類型之半導體層906-1係一P型半導體層且第二類型之半導體層906-3係一N型半導體層。在一些實施例中，N型半導體之材料係N型AlInP或N型GaAs或各種N型半導體層之一複合材料。在一些實施例中，P型半導體層之材料係P型GaP或P型AlGaInP。

【0080】 在一些實施例中，底部導電層902之橫向寬度大於第二類型之半導體層906-3之橫向寬度。在一些實施例中，第二類型之半導體層906-3之橫向寬度等於底部介電層904之橫向寬度。底部導電層902具有相對於第二類型之半導體層906-3及底部介電層904向外延伸之一突出頂部902-2。在一些實施例中，導電側臂910之至少部分係至少部分或替代地，完全支撐於底部導電層902之突出頂部902-2上。在一些實施例中，如圖9中所展示，導電側臂910之整個底部支撐於底部導電層902之突出頂部902-2上。

【0081】 在一些實施例中，連接至第二類型之半導體層906-3之突

出頂部906-3-3之導電側臂910之端不直接連接至有源層906-2。如圖9中所展示，導電側臂910之水平部分910-1之垂直側壁與有源層906-2之間存在一間隙。在一些較佳實施例中，底部導電層902之突出頂部902-2之橫向寬度(僅延伸至底部介電層904外部之部分之寬度)等於或小於第二類型之半導體層906-3之突出頂部906-3-3之橫向寬度(僅延伸至有源層906-2外部之部分之寬度)。該寬度配置確保導電側臂910之底端位於底部導電層902上且避免導電側臂910之上端接觸有源層906-2以形成一穩定及可靠之電接觸結構。

【0082】圖10係根據一第八實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。圖10中所繪示之微型LED結構1000具有一高光萃取效率。在一些實施例中，光萃取效率至少為20%。在一些實施例中，光萃取效率至少為30%。在一些實施例中，光萃取效率至少為40%。在一些實施例中，光萃取效率至少為50%。在一些實施例中，光萃取效率至少為60%。在一些實施例中，光萃取效率至少為70%。在一些實施例中，光萃取效率至少為80%。在一些實施例中，圖10中之微型LED結構1000係基於圖9之微型LED結構900。類似於圖9中之微型LED結構900，微型LED結構1000包含一底部導電層1002、一發光層1006、一底部介電層1004、一頂部導電結構1008、具有一倒L形之一導電側臂1010及明顯窄於發光層1006以形成一歐姆接觸點之一歐姆接觸層1012。在一些實施例中，發光層1006自上而下包括一第一類型之半導體層1006-1、一有源層1006-2及一第二類型之半導體層1006-3。

【0083】如圖10中所見，在一些實施例中，第二類型之半導體層1006-3包含一第二類型之頂部半導體層1006-31及一第二類型之底部半導

體層1006-32。第二類型之底部半導體層1006-32相對於第二類型之頂部半導體層1006-31向外延伸，使得第二類型之底部半導體層1006-32之延伸部分用作一突出頂部1006-32-1。在一些實施例中，第二類型之頂部半導體層1006-31之材料及第二類型之底部半導體層1006-32之材料可相同或不同。在一些實施例中，第二類型之頂部半導體層1006-31係AlGaInP，且第二類型之底部半導體層1006-32係GaP。另外，在一些實施例中，第一類型之半導體層1006-1具有一個層或多個層。例如，第一類型之半導體層1006-1自上而下包含N型AlInP及N型GaAs。在另一實施例中，第一類型之半導體層1006-1僅具有N型AlInP。在一些實施例中，N型AlInP直接位於歐姆接觸層1012及頂部導電結構1008下方且與其等接觸。在一較佳實施例中，發光層1006自上而下依次包含N型AlInP、一量子有源層、P型AlGaInP及P型GaP。

【0084】如圖10中所繪示，在一些實施例中，導電側臂1010之水平部分1010-1覆蓋且直接接觸第二類型之底部半導體層1006-32，且水平部分1010-1之端不直接連接至第二類型之頂部半導體層1006-31、有源層1006-2及/或第一類型之半導體層1006-1。在一些實施例中，底部導電層1002之橫向寬度大於底部介電層1004之橫向寬度。在一些實施例中，底部導電層1002之側壁自導電側臂1010之側壁向外突出(圖10中未展示)。在一些實施例中，導電側臂1010之材料係導電金屬或另一導電材料。

【0085】類似於圖1至圖9，在一些實施例中，圖10中之微型LED結構1000之兩側上存在兩個導電側臂1010。此外，類似於圖1至圖9，在一些實施例中，導電側臂1010可附接至且接觸圖10中之底部介電層1004之側壁。在一替代實施例中，導電側臂1010之形狀可變為另一形狀以不接

觸底部介電層1004之側壁(圖10中未展示)，且等效實施例或變動可由熟習技術者實施。

【0086】 圖11係根據一第九實施例之一微型LED結構之一橫截面圖。圖11中所繪示之微型LED結構1100具有一高光萃取效率。在一些實施例中，光萃取效率至少為20%。在一些實施例中，光萃取效率至少為30%。在一些實施例中，光萃取效率至少為40%。在一些實施例中，光萃取效率至少為50%。在一些實施例中，光萃取效率至少為60%。在一些實施例中，光萃取效率至少為70%。在一些實施例中，光萃取效率至少為80%。在一些實施例中，光萃取效率至少為90%。在一些實施例中，圖11中之微型LED結構1100係基於圖10之微型LED結構1000。類似於圖10中之微型LED結構1000，微型LED結構1100包含一底部導電層1102、一發光層1106、一底部介電層1104、一頂部導電結構1108、具有一倒L形之一導電側臂1110及明顯窄於發光層1106以形成一歐姆接觸點之一歐姆接觸層1112。在一些實施例中，發光層1106自上而下包括一第一類型之半導體層1106-1、一有源層1106-2及一第二類型之半導體層1106-3。在一些實施例中，第二類型之半導體層1106-3包含一第二類型之頂部半導體層1106-31及一第二類型之底部半導體層1106-32。

【0087】 根據圖11，具有一高光萃取效率之微型LED結構1100進一步包含一透明隔離層1114。在一些實施例中，微型LED結構1100之兩側上存在兩個透明隔離層1114。在一些實施例中，透明隔離層1114至少直接覆蓋間隙內之一部分，或替代地，完全覆蓋導電側臂1110與第二類型之底部半導體層1106-32之突出頂部1106-32-1之發光層1106之側壁之間的間隙。透明隔離層1114亦直接覆蓋第二類型之頂部半導體層1106-31之

暴露側壁、朝向導電側臂1110之微型LED結構1100之頂部及側壁、有源層1106-2之側壁及第一類型之半導體層1106-1之自下而上之側壁之至少一大部分。在一些實施例中，第一類型之半導體層1106-1之自下而上之側壁之大部分係側壁之至少50%。在一些實施例中，第一類型之半導體層1106-1之自下而上之側壁之大部分係側壁之至少70%。在一些實施例中，第一類型之半導體層1106-1之自下而上之側壁之大部分係側壁之至少90%。

【0088】 在一些實施例中，頂部導電結構1108配置於歐姆接觸層1112之側壁及頂部、第一類型之半導體層1106-1之突出頂部及透明隔離層1114之頂部上。在一些實施例中，透明隔離層1114之頂部至少覆蓋第一類型之半導體層1106-1之頂部之部分(圖11中未展示)且未覆蓋歐姆接觸層1112之頂部。

【0089】 在一些實施例中，底部導電層1102之材料包含一或多種類型之導電金屬，諸如Cr、Pt、Au、Sn等等。用作底部導電層1102之一多層複合導電層由該等金屬製成。在一些實施例中，底部導電層1102進一步用作接合於一電路基底1116 (圖11中未展示)之表面上之一接合層以電連接發光層1106與電路基底1116。電路基底1116至少包含控制發光層1106之發光之一驅動電路。

【0090】 在一些實施例中，導電側臂1110之底部向下延伸但不與電路基底1116接觸。在一些實施例中，當導電側臂1110之底部向下延伸以接觸電路基底1116時，電路基底1116中之接觸電極連接至導電側臂1110之底部，且未與導電側臂1110之底部下方之接觸電極接觸之其他區域絕緣。在一些實施例中，導電側臂1110之底部亦接合於電路基底1116之表

面上。

【0091】 如上文圖1至圖11中所描述，在本文中所揭示之具有一高光萃取效率之LED結構中，發光層使用底部導電層來達成一向下電接觸且使用頂部導電結構來達成一向上電接觸。此外，導電側臂電連接發光層之側壁與底部導電層之兩側。當導電側臂之底部向下延伸以接觸電路基底時，導電側臂進一步電連接發光層與電路基底，此增大光出射面積且提高光萃取效率。

【0092】 另外，藉由使用導電側臂電連接發光層之側壁與底部導電層來擴大複合反射層(底部介電層)之反射面積，此進一步提高LED之光萃取效率。

【0093】 此外，可使形成於頂部導電結構與發光層之間的歐姆接觸層非常小及薄，諸如一透明金屬膜。該結構確保發光層與頂部導電結構之間的一良好歐姆接觸，此增大光出射面積且亦提高光萃取效率。

【0094】 儘管詳細描述含有諸多細節，但此等不應被解釋為限制本發明之範疇，而是僅繪示本發明之不同實例及態樣。應瞭解，本發明之範疇包含上文未詳細討論之其他實施例。例如，亦可使用具有不同形狀及厚度之微型LED結構及層，諸如正方形基底或其他多邊形基底。熟習技術者應明白，可在不背離隨附申請專利範圍中所界定之本發明之精神及範疇之情況下對本發明之方法及設備之配置、操作及細節進行各種其他修改、改變及變動。因此，本發明之範疇應由隨附申請專利範圍及其合法等效物判定。

【0095】 進一步實施例亦包含組合或另外重新組合成各種其他實施例之上述實施例(包含圖1至圖11中所展示之實施例)之各種子集。

【0096】 圖12係根據一些實施例之一微型LED顯示面板1200之一俯視圖。顯示面板1200包含一數據介面1210、一控制模組1220及一像素區域1250。數據介面1210接收界定待顯示影像之數據。此數據之(若干)來源及格式將取決於應用而變動。控制模組1220接收輸入數據且將其轉換為適合驅動顯示面板中之像素之一形式。控制模組1220可包含將接收格式轉換為適合於像素區域1250之格式之數位邏輯及/或狀態機、儲存及傳送數據之移位暫存器或其他類型之緩衝器及記憶體、數位轉類比轉換器及位準移位器及包含時脈電路系統之掃描控制器。

【0097】 像素區域1250包含一像素陣列。像素包含在一些實例中與像素驅動器整合之微型LED，諸如具有圖1至圖11中所描述之結構之微型LED 1234。在此實例中，顯示面板1200係一彩色RGB顯示面板。其包含紅色、綠色及藍色像素。在各像素內，LED 1234由一像素驅動器控制。根據一些實施例，像素接觸一供應電壓(未展示)且經由一接地墊1236接地，且亦接觸一控制信號。儘管圖12中未展示，但LED 1234之p電極與驅動電晶體之輸出電連接。根據各種實施例形成LED電流驅動信號連接(在LED之p電極與像素驅動器之輸出之間)、接地連接(在n電極與系統接地之間)、供應電壓Vdd連接(在像素驅動器之源極與系統Vdd之間)及至像素驅動器之閘極之控制信號連接。

【0098】 圖12僅為一代表圖。其他設計將顯而易見。例如，色彩不必為紅色、綠色及藍色。其亦不必配置成行或條。作為一實例，除圖12中所展示之一像素方陣之配置之外，亦可使用六邊形像素矩陣之一配置來形成顯示面板1200。

【0099】 在一些應用中，一完全可程式化之矩形像素陣列並非必

需。具有各種形狀及顯示器之顯示面板之其他設計亦可使用本文中所描述之裝置結構形成。一類別之實例係包含標牌及汽車應用之專業應用。例如，可依一星形或螺旋形狀配置多個像素以形成一顯示面板，且可藉由接通及切斷LED來產生顯示面板上之不同圖案。另一專業實例係汽車前燈及智慧照明，其中某些像素經分組在一起以形成各種照明形狀且各LED像素群組可由個別像素驅動器接通或切斷或另外調整。

【0100】 可製造不同類型之顯示面板。例如，一顯示面板之解析度通常可在自8x8至3840x2160之範圍內。常見顯示解析度包含具有320x240解析度及4:3縱橫比之QVGA、具有1024x768解析度4:3及縱橫比之XGA、具有1280x720解析度及16:9縱橫比之D、具有1920x1080解析度及16:9縱橫比之FHD、具有3840x2160解析度及16:9縱橫比之UHD及具有4096x2160解析度之4K。亦可存在自次微米及以下至10 mm及以上範圍內之各種像素大小。整個顯示區域之大小亦可廣泛變動，對角線範圍自小至數十微米或更小至高達數百英寸或更大。

【0101】 實例應用包含顯示螢幕、家用/辦公室投影機之光引擎及可攜式電子器件(諸如智慧型電話、膝上型電腦、可穿戴電子器件、AR及VR眼鏡及視網膜投影)。功率消耗可自用於視網膜投影機之低至數毫瓦特變動至用於大螢幕室外顯示器、投影機及智慧型汽車前燈之高達數千瓦特。根據圖框率，歸因於無機LED之快速回應(納秒級)，圖框率可高達KHz或甚至針對小解析度之MHz。

【0102】 進一步實施例亦包含組合或另外重新組合成各種其他實施例之上述實施例(包含圖1至圖12中所展示之實施例)之各種子集。

【0103】 儘管詳細描述含有諸多細節，但此等不應被解釋為限制本

發明之範疇，而是僅繪示本發明之不同實例及態樣。應瞭解，本發明之範疇包含上文未詳細討論之其他實施例。例如，上述方法可應用於除LED及OLED之外的功能裝置與除像素驅動器之外的控制電路系統之整合。非LED裝置之實例包含垂直腔面射型雷射(VCSEL)、光偵測器、微機電系統(MEMS)、矽光子裝置、電力電子裝置及分佈回饋雷射(DFB)。其他控制電路系統之實例包含電流驅動器、電壓驅動器、跨阻抗放大器及邏輯電路。

【0104】 提供所揭示之實施例之以上描述來使熟習技術者能够製造或使用本文中所描述之實施例及其變動。熟習技術者將易於明白此等實施例之各種修改，且在不背離本發明之精神或範疇之情況下，本文中所界定之一般原理可應用於其他實施例。因此，本發明不意欲受限於本文中所展示之實施例，而是應被給予與本文中所揭示之以下申請專利範圍及原理及新穎特徵一致之最廣範疇。

【0105】 本發明之特徵可使用或藉助一電腦程式產品(諸如一(若干)儲存媒體或(若干)電腦可讀儲存媒體，其上/其中儲存有可用於程式化一處理系統以執行本文中所呈現之任何特徵之指令)實施。儲存媒體可包含(但不限於)高速隨機存取記憶體(諸如DRAM、SRAM、DDR RAM或其他隨機存取固態記憶體裝置)，且可包含非揮發性記憶體(諸如一或多個磁碟儲存裝置、光碟儲存裝置、快閃記憶體裝置或其他非揮發性固態儲存裝置)。記憶體視情況包含相對於(若干) CPU遠端定位之一或多個儲存裝置。記憶體或替代地，記憶體內之(若干)非揮發性記憶體裝置包括一非暫時性電腦可讀儲存媒體。

【0106】 儲存於任何(若干)機器可讀媒體上之本發明之特徵可併入

軟體及/或韌體中用於控制一處理系統之硬體且用於使一處理系統能够利用本發明之結果與其他機構互動。此軟體或韌體可包含(但不限於)應用程式碼、裝置驅動程式、作業系統及執行環境/容器。

【0107】 應瞭解，儘管術語「第一」、「第二」等等可在本文中用於描述各種元件或步驟，但此等元件或步驟不應受限於此等術語。此等術語僅用於使元件或步驟彼此區分。

【0108】 本文中所使用之術語僅用於描述特定實施例且不意在限制申請專利範圍。如[實施方式]及隨附申請專利範圍中所使用，單數形式「一」及「該」意欲亦包含複數形式，除非內文另有清楚指示。亦應瞭解，本文中所使用之術語「及/或」係指且涵蓋一或多個相關聯列項之任何及所有可能組合。應進一步瞭解，本說明書中所使用之術語「包括(comprises)」及/或「包括(comprising)」特指存在所述特徵、整數、步驟、操作、元件及/或組件，但不排除存在或添加一或多個其他特徵、整數、步驟、操作、元件、組件及/或其等之群組。

【0109】 為了解釋，以上描述已參考特定實施例描述。然而，以上繪示性討論不意欲具窮舉性或將申請專利範圍限制於所揭示之精確形式。可鑑於上文教示來進行諸多修改及變動。實施例經選擇及描述以最佳解釋操作原理及實際應用以藉此使其他熟習技術者能夠理解。

【符號說明】

【0110】

100:微型發光二極體(LED)結構

102:底部導電層

104:底部介電層

106:發光層
108:頂部導電結構
110:導電側臂
200:微型LED結構
202:底部導電層
202-1:突出底部
204:底部介電層
206:發光層
208:頂部導電結構
210:導電側臂
212:歐姆接觸層
300:微型LED結構
302:底部導電層
302-1:突出底部
304:底部介電層
306:發光層
308:頂部導電結構
310:導電側臂
312:歐姆接觸層
404:底部介電層
404-1:絕緣反射介電層
404-2:複合金屬反射層
504:底部介電層

504-1:絕緣反射介電層
 504-2:複合金屬反射層
 504-11:頂部絕緣介電層
 504-12:底部分佈式布拉格反射器(DBR)
 600:微型LED結構
 602:底部導電層
 602-2:突出頂部
 604:底部介電層
 606:發光層
 608:頂部導電結構
 610:導電側臂
 612:歐姆接觸層
 700:微型LED結構
 702:底部導電層
 702-2:突出頂部
 704:底部介電層
 706:發光層
 708:頂部導電結構
 710:導電側臂
 712:歐姆接觸層
 800:微型LED結構
 802:底部導電層
 802-2:突出頂部

804:底部介電層

806:發光層

808:頂部導電結構

810:導電側臂

810-1:水平部分

810-2:垂直部分

812:歐姆接觸層

900:微型LED結構

902:底部導電層

902-2:突出頂部

904:底部介電層

906:發光層

906-1:第一類型之半導體層

906-2:有源層

906-3:第二類型之半導體層

906-3-3:突出頂部

908:頂部導電結構

910:導電側臂

910-1:水平部分

910-2:垂直部分

912:歐姆接觸層

1000:微型LED結構

1002:底部導電層

1004:底部介電層

1006:發光層

1006-1:第一類型之半導體層

1006-2:有源層

1006-3:第二類型之半導體層

1006-31:第二類型之頂部半導體層

1006-32:第二類型之底部半導體層

1006-32-1:突出頂部

1008:頂部導電結構

1010:導電側臂

1010-1:水平部分

1012:歐姆接觸層

1100:微型LED結構

1102:底部導電層

1104:底部介電層

1106:發光層

1106-1:第一類型之半導體層

1106-2:有源層

1106-3:第二類型之半導體層

1106-31:第二類型之頂部半導體層

1106-32:第二類型之底部半導體層

1106-32-1:突出頂部

1108:頂部導電結構

- 1110:導電側臂
- 1112:歐姆接觸層
- 1114:透明隔離層
- 1116:電路基底
- 1200:微型LED顯示面板
- 1210:數據介面
- 1220:控制模組
- 1234:微型LED
- 1236:接地墊
- 1250:像素區域

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種具有一高光萃取效率之微型發光二極體，其包括：

一底部導電層；

一發光層，其在該底部導電層上；

一頂部導電結構，其在該發光層上；

一底部介電層，其定位於該底部導電層與該發光層之間；及

一導電側臂，其連接該發光層之一底層之一側壁與該底部導電層，

其中：

該發光層之該底層之該側壁與該底部導電層兩者係與該導電側臂之一或多個表面直接實體接觸(direct physical contact)，

該發光層進一步自上而下依次包括一第一類型之半導體層、一有源層及一第二類型之半導體層，

該第二類型之半導體層具有延伸至該有源層及該第一類型之半導體層外部之一突出頂部，且

該導電側臂之一端覆蓋且接觸該第二類型之半導體層之該突出頂部，且該導電側臂之另一端接觸該底部導電層。

【請求項2】

如請求項1之微型發光二極體，其進一步包括定位於該頂部導電結構與該發光層之間的一歐姆接觸層。

【請求項3】

如請求項1之微型發光二極體，其中：

該底部導電層之橫向寬度大於該第二類型之半導體層之橫向寬度及

該底部介電層之橫向寬度，使得該底部導電層具有延伸至該第二類型之半導體層及該底部介電層外部之一突出頂部，且

該導電側臂之至少部分支撐於該底部導電層之該突出頂部上。

【請求項4】

如請求項3之微型發光二極體，其中該底部導電層之該橫向寬度小於 2 μm 。

【請求項5】

如請求項3之微型發光二極體，其中該底部導電層之該突出頂部之寬度不大於該第二類型之半導體層之該突出頂部之寬度。

【請求項6】

如請求項1之微型發光二極體，其中該第二類型之半導體層進一步包括一第二類型之頂部半導體層及一第二類型之底部半導體層，且該第二類型之底部半導體層相對於該第二類型之頂部半導體層向外延伸以藉此形成一突出頂部。

【請求項7】

如請求項6之微型發光二極體，其中該第二類型之頂部半導體層之材料不同於該第二類型之底部半導體層之材料。

【請求項8】

如請求項6之微型發光二極體，其中該第二類型之頂部半導體層係 AlGaInP 且該第二類型之底部半導體層係 GaP；且該第一類型之半導體層係 AlInP。

【請求項9】

如請求項6之微型發光二極體，其中該導電側臂之該端：

與該第二類型之底部半導體層之該突出頂部電接觸，
不與該第二類型之頂部半導體層電接觸，且
不與該發光層及該第一類型之半導體層電接觸。

【請求項10】

如請求項1之微型發光二極體，其中該第一類型之半導體層之橫向寬度等於或大於該有源層之橫向寬度。

【請求項11】

如請求項1之微型發光二極體，其中該第一類型之半導體層之橫向寬度明顯窄於該有源層之橫向寬度。

【請求項12】

如請求項1之微型發光二極體，其中該導電側臂具有一倒L形。

【請求項13】

如請求項1之微型發光二極體，其中該導電側臂附接及連接至該底部介電層之一側壁。

【請求項14】

如請求項1之微型發光二極體，其中該底部導電層之橫向寬度大於該底部介電層之橫向寬度，且該底部導電層之一側壁向外突出超過該導電側臂之一側壁。

【請求項15】

如請求項1之微型發光二極體，其進一步包括：

一透明隔離層，其至少覆蓋該第二類型之半導體層之該突出頂部、該導電側臂之一頂部及一側壁、該發光層之一側壁及該第一類型之半導體層之一側壁，且

該頂部導電結構定位於該透明隔離層之頂部上。

【請求項16】

如請求項1之微型發光二極體，其中該第一類型之半導體層係一N型半導體層且該第二類型之半導體層係一P型半導體層。

【請求項17】

如請求項1之微型發光二極體，其中該第一類型之半導體層係一P型半導體層且該第二類型之半導體層係一N型半導體層。

【請求項18】

如請求項1之微型發光二極體，其進一步包括該底部導電層之底部處之一電路基底，其中該底部導電層用作與該電路基底之一表面接合之一接合層，且該電路基底至少包括控制該發光層之發射之一驅動電路。

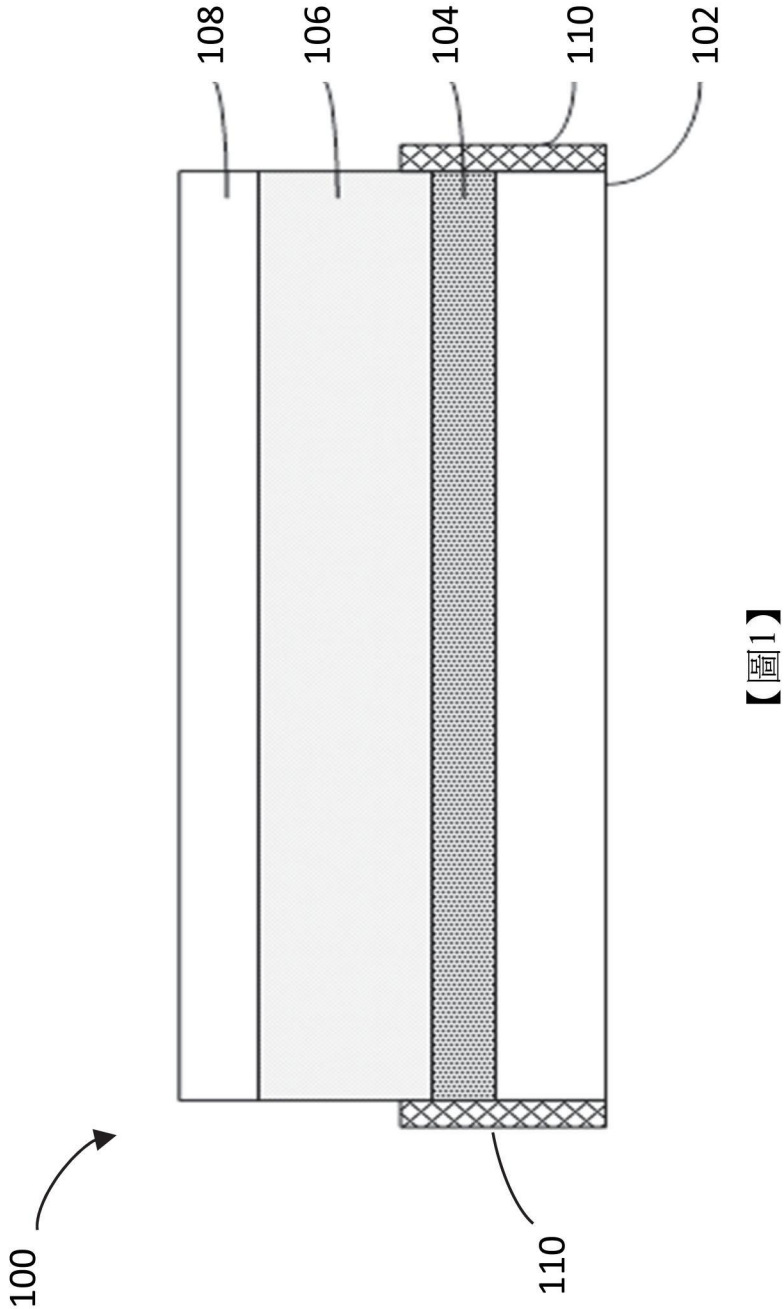
【請求項19】

如請求項1之微型發光二極體，其中該微型發光二極體具有至少40%之一光萃取效率。

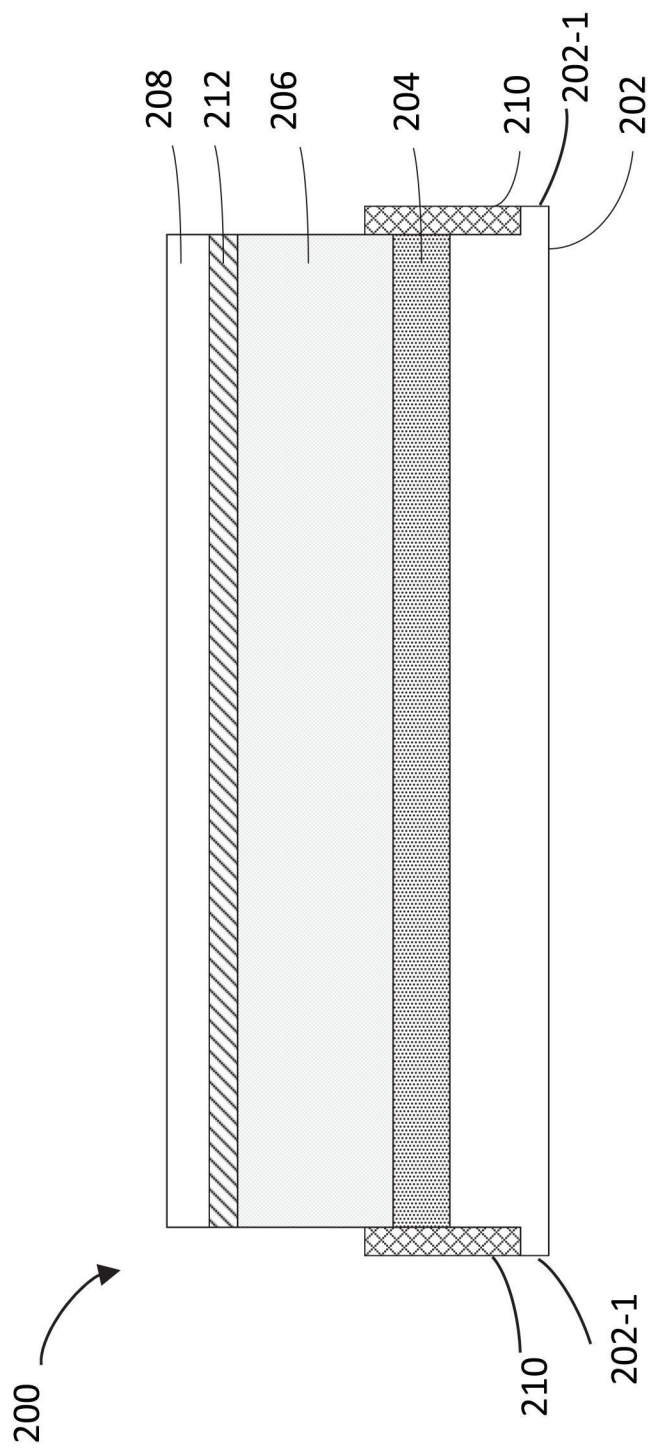
【請求項20】

如請求項1之微型發光二極體，其中該微型發光二極體具有至少60%之一光萃取效率。

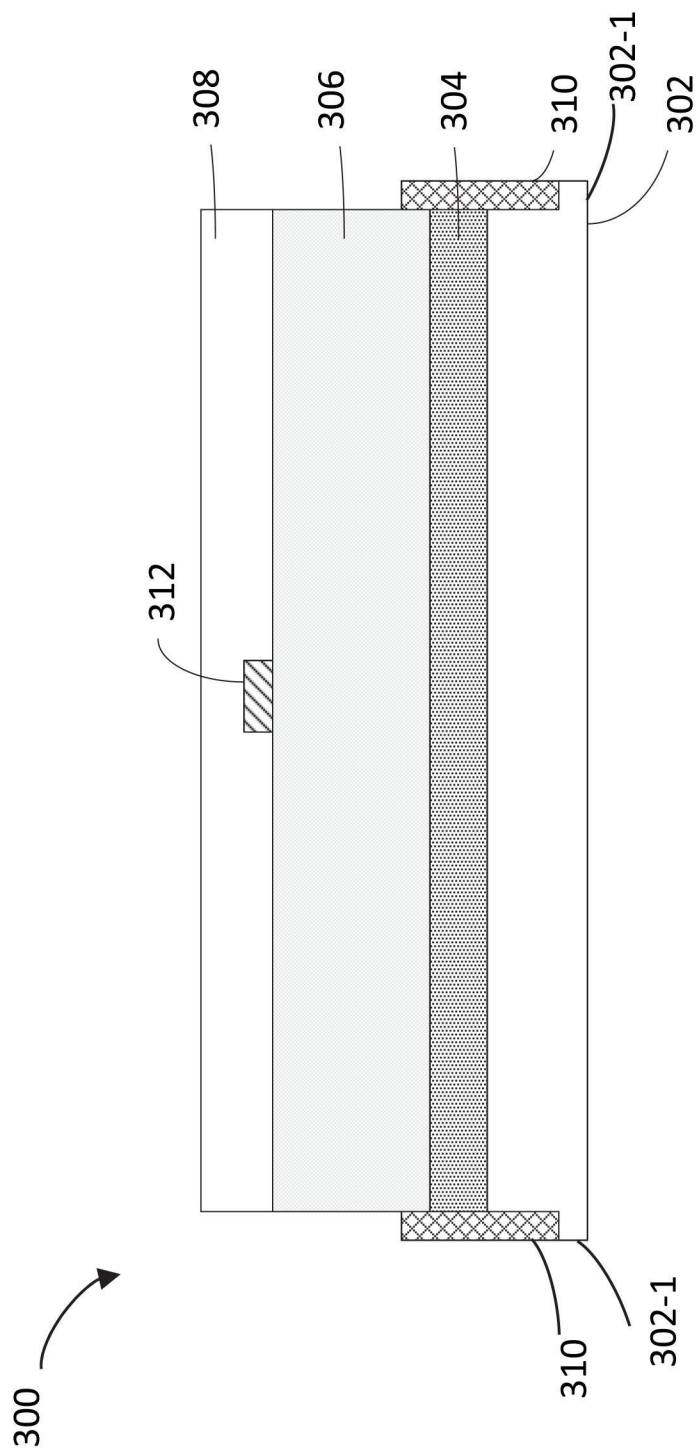
【發明圖式】



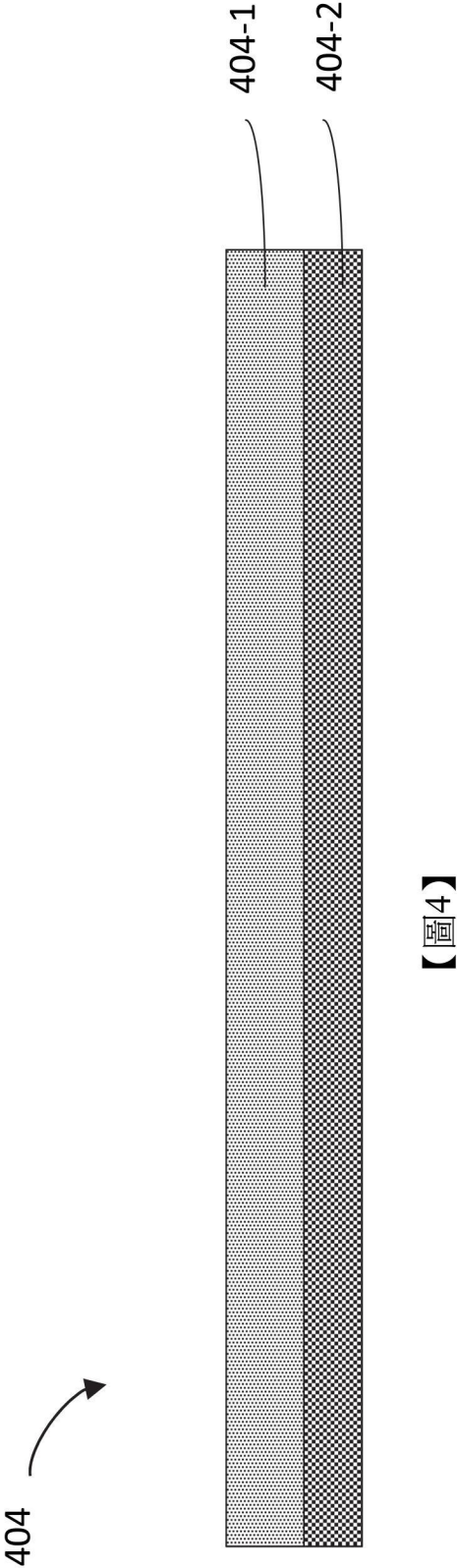
【圖1】

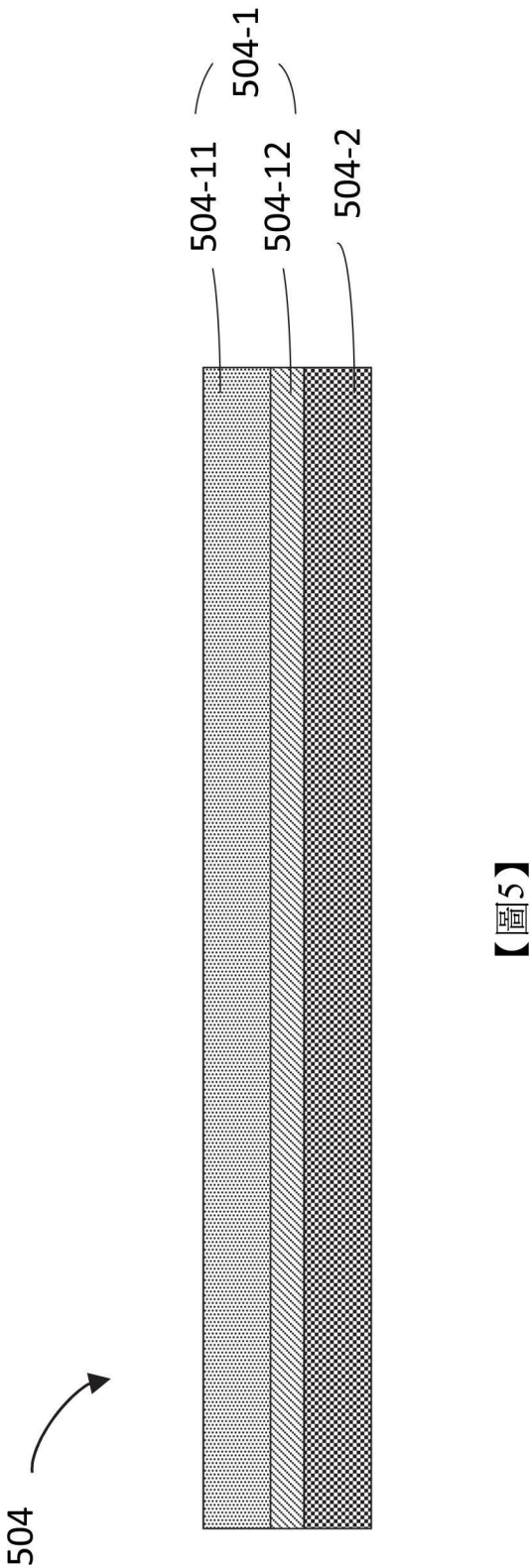


【圖2】

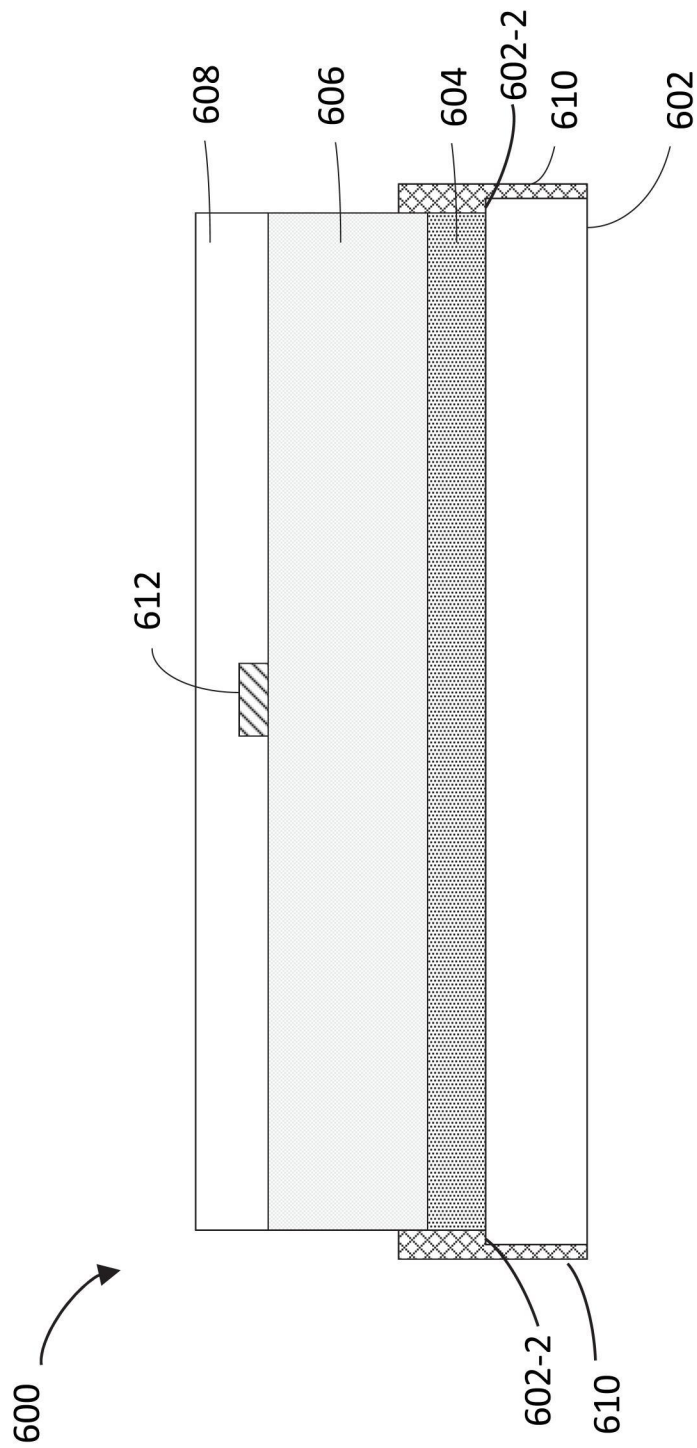


【圖3】

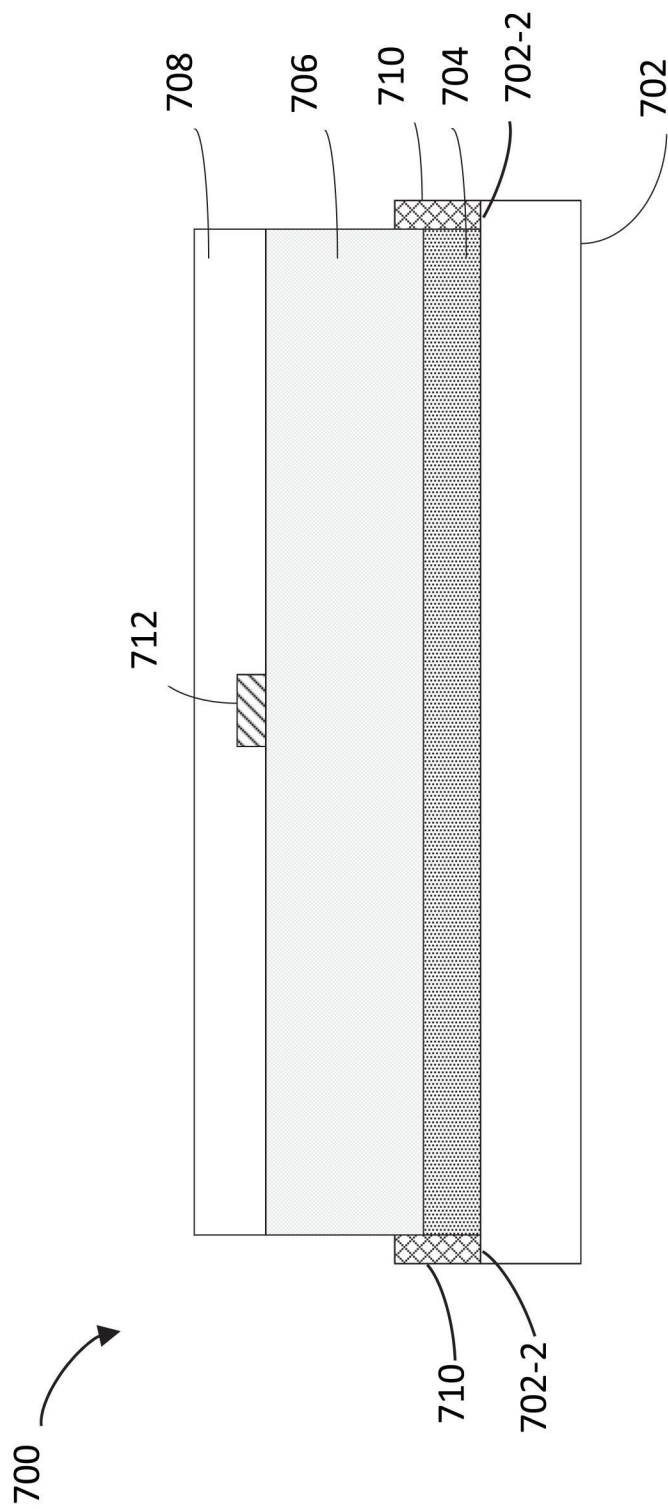




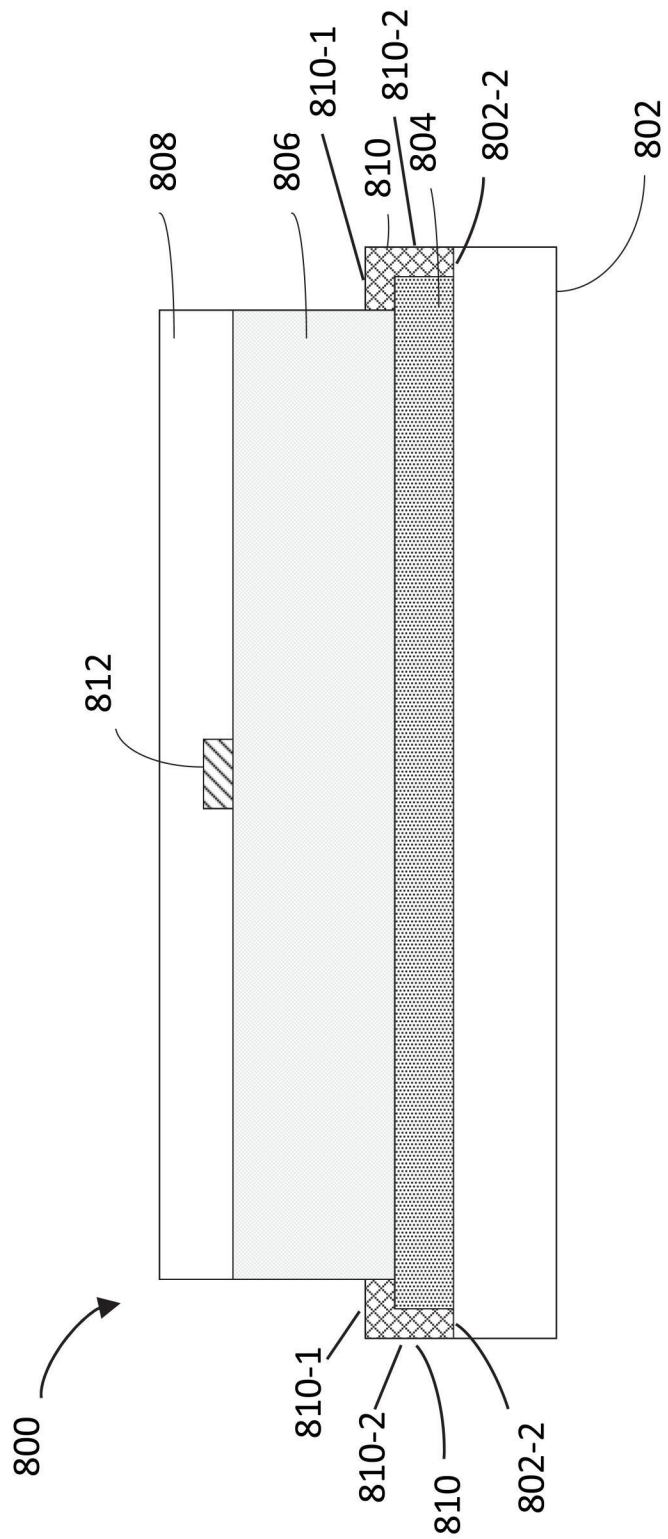
【圖5】



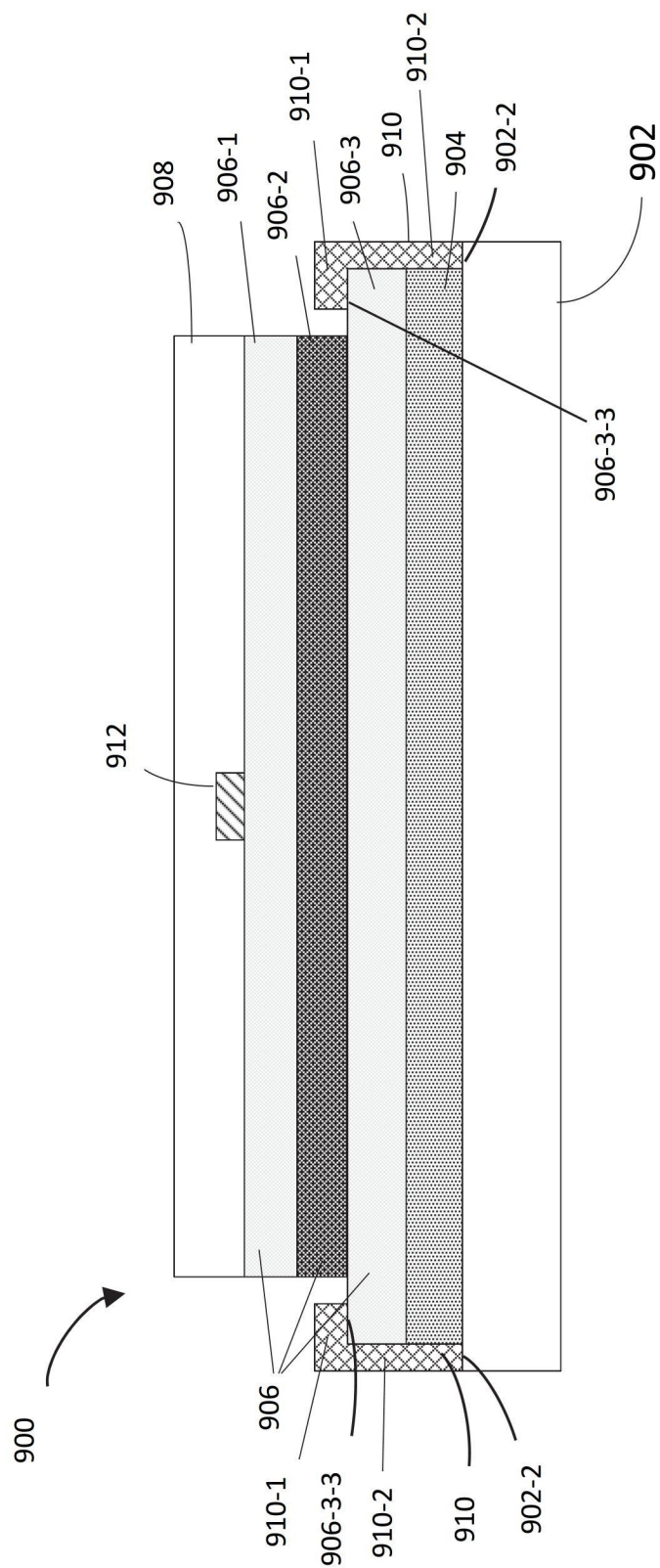
【圖6】



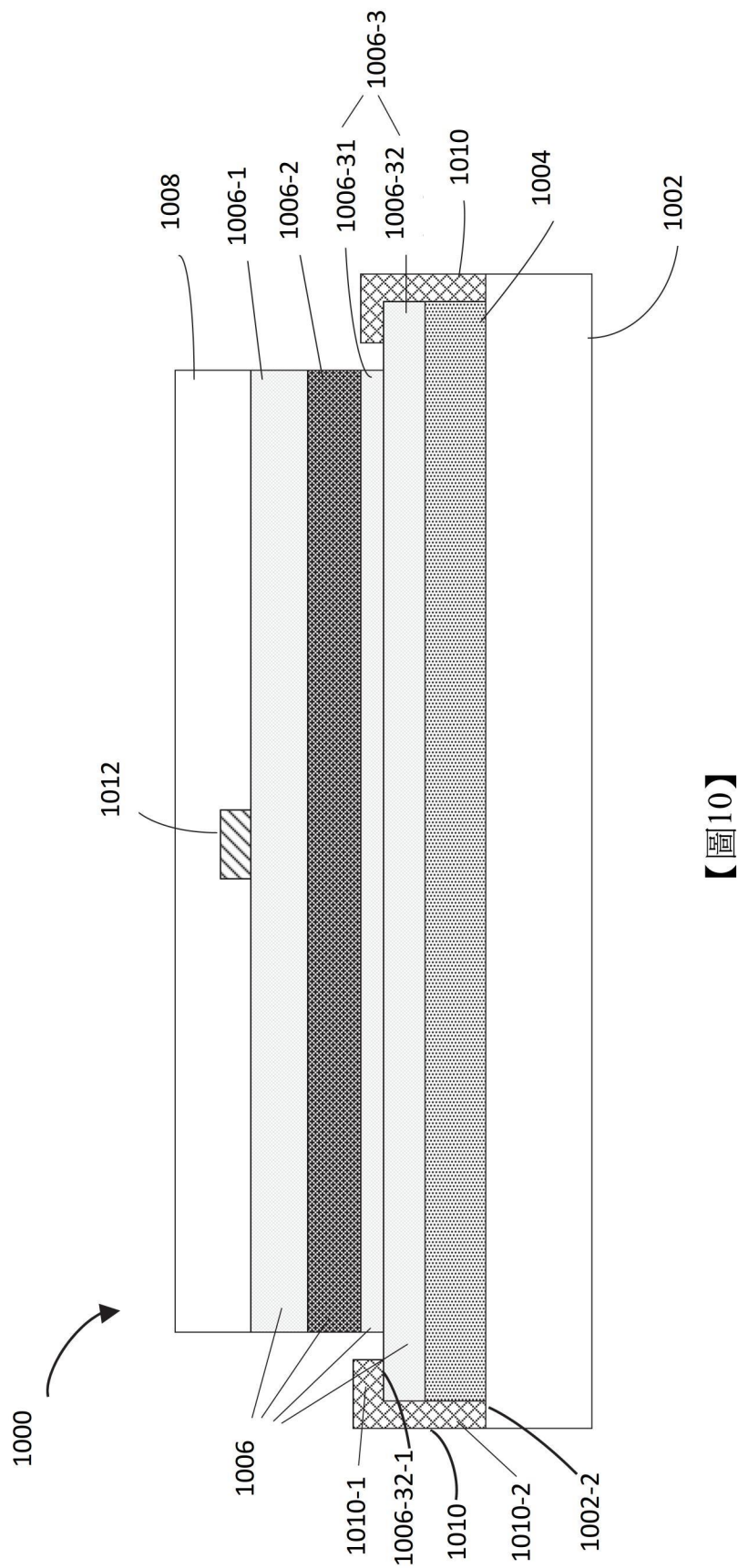
【圖7】



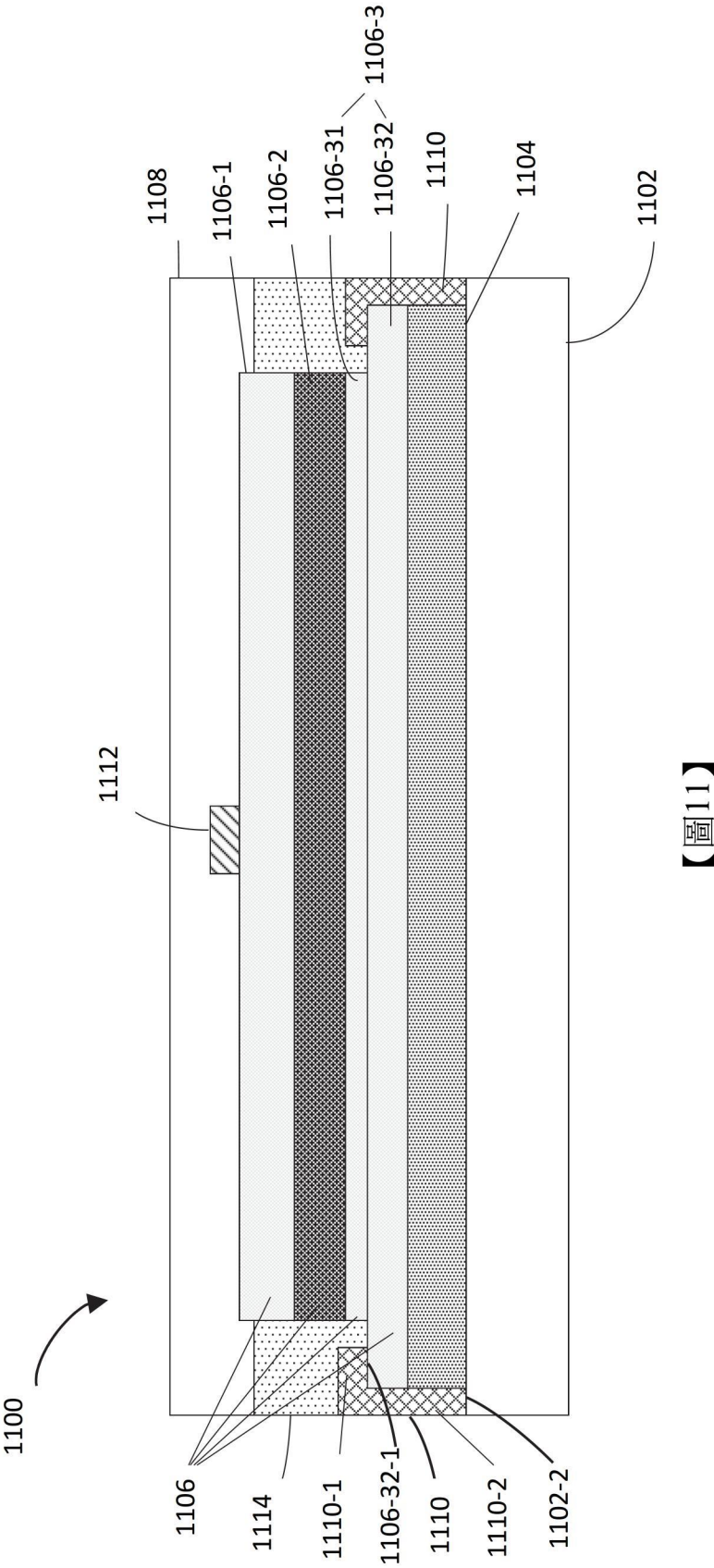
【圖8】



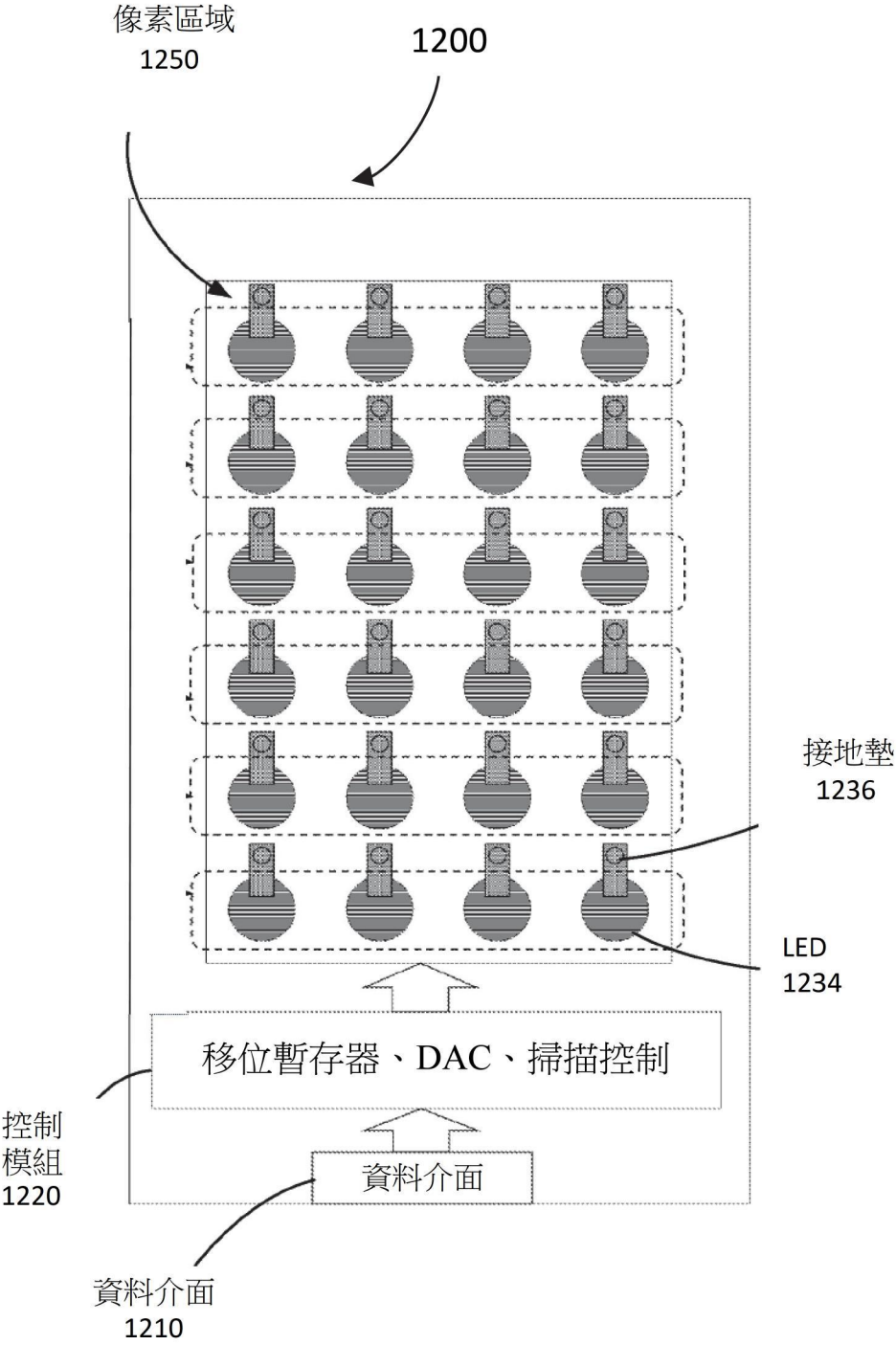
【9回】



【圖10】



【圖11】



【圖12】