



(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 I771640 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：108148081

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 27 日

(51)Int. Cl. : H01L33/50 (2010.01)

H01L33/56 (2010.01)

(30)優先權：2018/12/27 美國

62/785,637

2019/10/11 美國

16/600,321

(71)申請人：荷蘭商露明控股公司 (荷蘭) LUMILEDS HOLDING B.V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：清水 健太郎 SHIMIZU, KENTARO (US)；增井 久志 MASUI, HISASHI (US)；
波莫 瑪賽爾 林內 BOHMER, MARCEL RENE (NL)；黃 偉能 WONG, VERNON (US)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW 201114072

TW 201702352A

US 2016/0300985A1

WO 2013/041525A1

審查人員：何立瑋

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：8 共 23 頁

(54)名稱

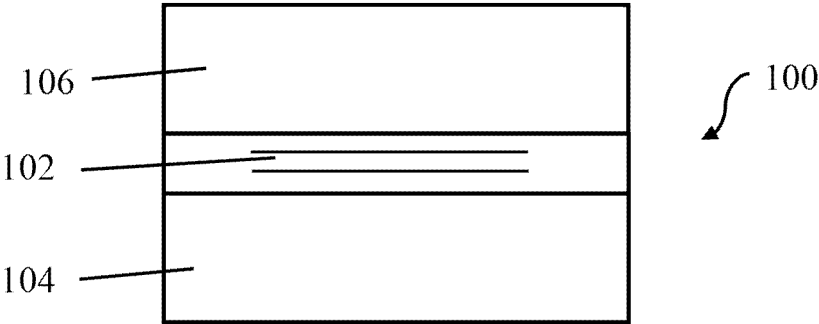
用於改善磷光體轉換 LED (PCLED)穩定性之圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構(LUMIRAMIC)

(57)摘要

本發明提供可經結合至一 LED 以形成一 pcLED 之圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構。該等磷光體結構經圖案化為具有對用來將該磷光體結構附接至該 LED 之一黏著劑結合提供增強的透氧性之特徵。該增強的透氧性減少該 pcLED 在該黏著劑結合之區域中發生之瞬態劣化。

Patterned ceramic wavelength-converting phosphor structures may be bonded to an LED to form a pcLED. The phosphor structures are patterned with features that provide enhanced oxygen permeability to an adhesive bond used to attach the phosphor structure to the LED. The enhanced oxygen permeability reduces transient degradation of the pcLED occurring in the region of the adhesive bond.

指定代表圖：



符號簡單說明：

100:磷光體轉換發光二極體(pcLED)

102:半導體二極體結構

104:基板

106:磷光體層或結構/磷光體像素

【圖1】



I771640

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於改善磷光體轉換LED (PCLED)穩定性之圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構(LUMIRAMIC)

【英文發明名稱】

PATTERNED LUMIRAMIC FOR IMPROVED PCLED STABILITY

【中文】

本發明提供可經結合至一LED以形成一pcLED之圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構。該等磷光體結構經圖案化為具有對用來將該磷光體結構附接至該LED之一黏著劑結合提供增強的透氧性之特徵。該增強的透氧性減少該pcLED在該黏著劑結合之區域中發生之瞬態劣化。

【英文】

Patterned ceramic wavelength-converting phosphor structures may be bonded to an LED to form a pcLED. The phosphor structures are patterned with features that provide enhanced oxygen permeability to an adhesive bond used to attach the phosphor structure to the LED. The enhanced oxygen permeability reduces transient degradation of the pcLED occurring in the region of the adhesive bond.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- | | |
|-----|-------------------|
| 100 | 磷光體轉換發光二極體(pcLED) |
| 102 | 半導體二極體結構 |

- 104 基板
- 106 磷光體層或結構/磷光體像素

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於改善磷光體轉換LED (PCLED)穩定性之圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構(LUMIRAMIC)

【英文發明名稱】

PATTERNED LUMIRAMIC FOR IMPROVED PCLED STABILITY

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於磷光體轉換發光二極體。

【先前技術】

【0002】 半導體發光二極體及雷射二極體(在本文中統稱為「LED」)係當前可用之最有效光源。一LED之發射光譜通常在由該裝置之結構及由構成其之半導體材料之組合物判定之一波長下展現單個窄峰值。藉由合適地選擇裝置結構及材料系統，可將LED設計為在紫外線、可見光或紅外線波長下操作。

【0003】 LED可與吸收由LED發射之光且作為回應發射一更長波長之光之一或多個波長轉換材料(在本文中通常稱為「磷光體」)組合。針對此等磷光體轉換LED(「pcLED」)，由LED發射之光之被磷光體吸收之分率取決於在由LED發射之光之光學路徑中之磷光體材料量，例如取決於安置於LED上或周圍之一磷光體層中之磷光體材料之濃度及該層之厚度。

【0004】 磷光體轉換LED可經設計使得由LED發射之所有光被一或多個磷光體吸收，在此情況下來自pcLED之發射全部來自磷光體。在此等情況下，磷光體可經選擇以例如發射非直接由一LED有效地產生之在一窄光譜區域中之光。

【0005】 替代地，pcLED可經設計使得由LED發射之僅一部分光被磷光體吸收，在此情況下來自pcLED之發射係由LED發射之光與由磷光體發射之光之一混合物。藉由合適地選擇LED、磷光體及磷光體組合物，此一pcLED可經設計以發射例如具有一所期望色溫及所期望顯色性質之白光。

【發明內容】

【0006】 本說明書揭示可結合至一LED以形成一pcLED之圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構 (ceramic wavelength-converting phosphor structures) (在本文中稱為「陶瓷波長轉換磷光體結構(lumiramics)」)。此等陶瓷波長轉換磷光體結構經圖案化為具有對用來將陶瓷波長轉換磷光體結構附接至LED之一黏著劑結合提供增強的透氧性之特徵。增強的透氧性減少pcLED在黏著劑結合之區域中發生之瞬態劣化，且亦可減少在彼區域中發生之永久性劣化。

【0007】 當結合首先簡要地描述之隨附圖式參考本發明之下文更詳細描述進行時，本發明之其他實施例、特徵及優點對於熟習此項技術者而言將變得更加顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0008】 圖1展示一實例pcLED之一示意截面圖。

【0009】 圖2A及圖2B分別展示一pcLED陣列之截面圖及俯視示意圖。

【0010】 圖3A展示可在其上安裝一pcLED陣列之一電子板之一示意俯視圖，且圖3B類似地展示安裝於圖3A之電子板上之一pcLED陣列。

【0011】 圖4A展示相對於波導及一投射透鏡配置之一pcLED陣列之

一示意截面圖。圖4B展示類似於圖4A但沒有波導之一配置。

【0012】 圖5A及圖5B展示一實例未圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構晶圓之平面圖及截面示意圖。

【0013】 圖6A、圖6B、圖6C、圖6D及圖6E展示實例圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構之實例示意截面圖。

【0014】 圖7A、圖7B、圖7C、圖7D及圖7E示意地展示使用一實例圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構晶圓製造一pcLED之階段。

【0015】 圖8展示pcLED發射強度對時間之一標繪圖，其示範藉由使用一圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構來減少或消除瞬態劣化。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

【0016】 本申請案主張2019年10月11日申請之美國專利申請案第16/600,321號及2018年12月27日申請之美國臨時專利申請案第62/785,637號之優先權利，該等案之各者之全部內容以引用的方式併入本文中。

【0017】 應參考圖式閱讀下文詳細描述，其中貫穿不同圖，相同元件符號指代類似元件。不一定按比例繪製之圖式描繪選擇性實施例且並非意欲於限制本發明之範疇。詳細描述以實例而非限制方式繪示本發明之原理。

【0018】 圖1展示一個別pcLED 100之一實例，其包括安置於一基板104上之一半導體二極體結構102 (在本文中被一起視為「LED」)及安置於LED上之一磷光體層或結構106。半導體二極體結構102通常包括安置於n型層與p型層之間的一作用區。跨二極體結構施加一合適正向偏壓導致自作用區發射光。經發射光之波長係由作用區之組合物及結構判定。

【0019】 LED可為例如發射藍光、紫光或紫外光之III族氮化物LED。亦可使用由任何其他合適材料系統形成且發射任何其他合適波長之光之LED。其他合適材料系統可包含例如III-磷化物材料、III-砷化物材料及II-VI族材料。

【0020】 取決於來自pcLED之所期望光學輸出，可使用任何合適磷光體材料。本說明書側重於在pcLED中使用陶瓷磷光體結構(陶瓷波長轉換磷光體結構)作為波長轉換器。

【0021】 圖2A至圖2B分別展示pcLED 100之一陣列200之截面圖及俯視圖，其包含安置於一基板202上之磷光體像素106。此一陣列可包含以任何合適方式配置之任何合適數目個pcLED。在所繪示實例中，該陣列被描繪為單片地形成於一共用基板上，但替代地一pcLED陣列可由單獨個別pcLED形成。基板202可視情況包括用於驅動LED之CMOS電路，且可由任何合適材料形成。

【0022】 如圖3A至圖3B中所展示，一pcLED陣列200可經安裝於一電子板300上，該電子板300包括一功率及控制模組302、一感測器模組304及一LED附接區域306。功率及控制模組302可接收來自外部源之功率及控制信號以及來自感測器模組304之信號，功率及控制模組302基於該等信號控制LED之操作。感測器模組304可自任何合適感測器(例如自溫度或光感測器)接收信號。替代地，pcLED陣列200可經安裝於與功率及控制模組以及感測器模組分離之一板(未展示)上。

【0023】 個別pcLED可視情況併入定位成相鄰於磷光體層或安置於磷光體層上之一透鏡或其他光學元件或與其組合地配置。此一光學元件(圖中未展示)可被稱為「初級光學元件」。另外，如圖4A至圖4B中所展

示，一pcLED陣列200（例如，經安裝於一電子板300上）可與次級光學元件（諸如波導、透鏡或兩者）組合地配置以用於一所欲應用中。在圖4A中，由pcLED 100發射之光係由波導402收集且被引導至投射透鏡404。投射透鏡404可為例如一菲涅耳透鏡。此配置可適用例如於汽車前照燈中。在圖4B中，由pcLED 100發射之光係由投射透鏡404直接收集而無需使用中介波導。此配置在pcLED可彼此足夠近地隔開時尤其合適，且亦可用於汽車前照燈以及照相機閃光燈應用中。例如，一微型LED顯示器應用可使用類似於圖4A至圖4B中所描繪之光學配置之光學配置。通常，取決於所期望應用，光學元件之任何合適配置可與本文中所描述之pcLED組合地使用。

【0024】 高功率pcLED可包括使用一聚矽氧黏著劑附接至一半導體LED裝置之一陶瓷磷光體結構（陶瓷波長轉換磷光體結構），例如呈一薄板之形式。此等高功率pcLED可用於例如汽車前照明應用以及其他應用。在此一高功率pcLED之操作中，在波長轉換程序期間因來自LED之激勵光光子與作為回應由陶瓷波長轉換磷光體結構發射之光子之間的能量差而加熱陶瓷波長轉換磷光體結構。隨著陶瓷波長轉換磷光體結構升溫，其轉換效率可能由於發射程序之熱淬火而下降。

【0025】 因此，可期望減小陶瓷波長轉換磷光體結構與LED之間的聚矽氧黏著劑層之厚度，以減小陶瓷波長轉換磷光體結構與LED之間的熱阻且由此使陶瓷波長轉換磷光體結構維持一較低操作溫度且因此減少熱淬火。

【0026】 然而，減小聚矽氧黏著劑層之厚度亦可能具有非期望效應，此係因為如此做減慢氧進入且通過黏著劑層之擴散。氧依一足夠速率

擴散進入且通過黏著劑層可減少或避免起因於聚矽氧黏著劑中或附近之殘留或固有有機污染物之過早及瞬態或長期劣化(黏著劑變黑)。此外，若聚矽氧劣化(例如丟失 CH_3 、苯基或低聚物)，則黏著劑層將變得更加開放以供污染物流入。若氧含量低，則此可能導致變黑。因此，減小聚矽氧黏著劑層之厚度可具有促成pcLED之過早及瞬態劣化之不幸後果，尤其是在離pcLED之邊緣最遠之黏著劑層之內部部分處，氧可能透過該等邊緣進入該層。

【0027】 如上文所概述，本說明書揭示圖案化於待附接至半導體LED之一表面上之陶瓷波長轉換磷光體結構(ceramic wavelength-converting phosphor structures) (陶瓷波長轉換磷光體結構(lumiramics))，該半導體LED具有將增強氧至且通過將陶瓷波長轉換磷光體結構結合至該LED之黏著劑層之擴散之特徵。此等特徵可包含例如該表面中之一或多個透氧孔或通道(例如，凹槽)。另外或替代地，該等特徵可包括該表面之錐形或階梯狀外部部分，從而導致黏著劑層沿著該表面之周邊部分厚於表面之一中心部分。增強的氧擴散減少pcLED在黏著劑結合之區域中發生之瞬態劣化。

【0028】 如下文進一步描述，此等孔可例如垂直於圖案化表面垂直地穿過陶瓷波長轉換磷光體結構或相對於圖案化表面成一銳角或鈍角穿過陶瓷波長轉換磷光體結構。該等孔可具有例如在約5微米與約100微米之間的一直徑。該等孔可具有一圓錐形狀。例如，垂直孔可具有一圓錐形狀，該圓錐形狀在陶瓷波長轉換磷光體結構之底表面處具有約30微米之一直徑且在陶瓷波長轉換磷光體結構之頂表面處具有約80微米至約100微米之一直徑，或具有任何其他合適尺寸。可使用任何合適孔直徑及形狀。

【0029】 通道可例如平行於圖案化表面延伸至陶瓷波長轉換磷光體結構之一側邊緣，氧可在該側邊緣處進入通道。通道可具有例如平行於圖案化表面之約5微米至約50微米之寬度及垂直於圖案化表面之約5微米至約10微米之高度，或任何其他合適尺寸。通道可具有例如5微米深度及10微米寬度之尺寸。孔及通道可組合地使用，在此情況下通道可互連兩個或更多個孔。通道或通道之部分例如可具有此等特徵之線、圓、節點或相交點之形狀。

【0030】 針對包括待附接至LED之表面之錐形或階梯狀外部部分之陶瓷波長轉換磷光體結構，錐度或階梯可導致表面之邊緣與表面之中心部分之間的例如約2微米至約20微米之一高度差。

【0031】 用來將一圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構附接至一半導體LED之一聚矽氧黏著劑層可具有垂直於陶瓷波長轉換磷光體結構之圖案化表面之例如小於約4微米、小於約2微米、小於約1微米或小於約0.5微米之一厚度。陶瓷波長轉換磷光體結構上之圖案允許陶瓷波長轉換磷光體結構之大多數圖案化表面或陶瓷波長轉換磷光體結構之大部分圖案化表面在距LED之一小距離(例如，小於約2微米)內(該距離係由黏著劑層之厚度判定)，同時促進氧擴散至黏著劑層中否則最可能發生劣化之空間位置。氧之擴散可例如透過具有大於或等於黏著劑層之厚度之一直徑之孔及/或透過具有垂直於大於或等於黏著劑層之厚度之圖案化表面之一高度之孔。

【0032】 陶瓷波長轉換磷光體結構之圖案化表面上之圖案之填充因子可例如小於或等於彼表面之約60%以允許在陶瓷波長轉換磷光體結構與LED半導體裝置之間通過黏著劑層之將陶瓷波長轉換磷光體結構附接至LED之最薄部分之足夠熱通道。

【0033】 陶瓷波長轉換磷光體結構中之一些或所有圖案特徵(例如，孔或通道)可填充有分散於一囊封劑中之一小顆粒磷光體(例如分散於一聚矽氧囊封劑中之一磷光體)以減少否則可能起因於圖案之來自陶瓷波長轉換磷光體結構之輸出之色彩或強度變動。此可在將陶瓷波長轉換磷光體結構附接至LED之前或之後完成。替代地或另外，一些或所有圖案特徵可填充有用來將陶瓷波長轉換磷光體結構結合至LED之一聚矽氧黏著劑。

【0034】 陶瓷波長轉換磷光體結構可經流延成型(tape cast)以形成具有例如約80微米至約120微米之一厚度之片。亦可使用任何其他合適厚度。隨後可例如藉由使用在例如517奈米之一波長下操作之一飛秒雷射燒蝕而在一陶瓷波長轉換磷光體結構中形成圖案特徵。可使用雷射以在陶瓷波長轉換磷光體結構中形成垂直或成角度孔。可基於雷射鑽削之速度及陶瓷波長轉換磷光體結構之總厚度修改此一孔之直徑及形狀(例如，一圓錐孔之錐形孔徑)。可使用相同雷射以在陶瓷波長轉換磷光體結構之表面中形成通道而無需鑽削一孔通過陶瓷波長轉換磷光體結構。

【0035】 可代替地藉由任何其他合適方法或方法組合(例如藉由機械鋸切或化學蝕刻)形成陶瓷波長轉換磷光體結構上之圖案特徵。

【0036】 現分別參考圖5A及圖5B中所展示之平面圖及截面圖，一陶瓷波長轉換磷光體結構晶圓500可最初形成為具有一長度(或直徑，若係圓形形狀) D1及一厚度D2之一板。在圖5A中，為簡單起見，晶圓示意地被展示為矩形。D1可為例如約30毫米(mm)至約50 mm。D2可為例如約60微米至約130微米，例如約120微米。

【0037】 陶瓷波長轉換磷光體結構晶圓500接著可經圖案化為具有任何合適特徵組合，例如具有通道510 (圖6A)、錐形孔515 (圖6B)、成角

度孔520 (圖6C)、在邊緣525處薄於在中心530處之一階梯狀表面輪廓 (圖6D)、在邊緣525處薄於在中心530處之一錐形表面輪廓(圖6E)、或任何此等特徵或任何其他合適特徵之一組合。可跨陶瓷波長轉換磷光體結構晶圓重複包括一或多個此等特徵之一圖案，使得隨後可將晶圓分割成各具有本質上相同尺寸(例如1 mm×1 mm或0.5 mm×0.5 mm)及相同圖案化表面之複數個陶瓷波長轉換磷光體結構薄板。薄板通常可以0.7 mm與1.4 mm之間的一節距自晶圓分割(例如，鋸切)，但節距可小得多，例如在特定情況下小至0.2 mm。薄板之尺寸類似於其等將附接至之LED之尺寸。取決於各種使用情況，薄板可稍大於(懸垂10微米至100微米)或稍小於(插入30微米至50微米) LED晶粒。

【0038】 圖7A至圖7E示意地繪示用於出於繪示性目的而使用包括如圖6A中所展示之通道510之一圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構晶圓500製造具有圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構之pcLED之一實例方法。如圖7A中所展示，將一黏著劑層535施加至陶瓷波長轉換磷光體結構晶圓之圖案化表面。

【0039】 隨後，如圖7B中所展示，在圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構晶圓之對應部分上方之合適位置將半導體LED晶粒540附接至黏著劑層535。此可包括一黏著劑固化步驟。接著，例如藉由鋸切或切割，沿著分離線545將所得總成分離成個別pcLED 550。接著，可在一基板555上LED晶粒朝下地配置所得個別pcLED (圖7C)。

【0040】 如上文所描述，在用黏著劑將LED晶粒附接至陶瓷波長轉換磷光體結構之後，可用分散於一囊封劑中之磷光體粒子回填圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構中之通道510 (更一般而言，圖案特徵)。此回填可發

生在將晶圓總成分離成個別pcLED之前或之後。若圖案特徵未用磷光體及囊封劑回填，則可能期望確保層535中之黏著劑流入圖案特徵中以消除可能影響光透射進入且通過陶瓷波長轉換磷光體結構之空隙或氣穴。囊封劑可為具有LED應用(諸如來自Shin Etsu Chemical Co.之LPS3419及LPS5595)所期望之光學品質之介於1.41與1.6之間的折射係數(RI)之一聚矽氧。一般趨勢係較低RI聚矽氧亦具有一較高透氧性，使得可優先使用。

【0041】隨後，如圖7D中所展示，在基板555上之相鄰pcLED之間安置反射側塗層材料560且接著沿著分離線565將所得總成分離成單獨pcLED 570，各pcLED 570在一基板上且包括光學側反射器。

【0042】比較包括一圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構之一1 mm×1 mm pcLED之效能與具有一未圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構之另外本質上相同1 mm×1 mm pcLED之效能。圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構具有居中於陶瓷波長轉換磷光體結構之單個垂直圓錐孔，其中該孔在附接至半導體LED之陶瓷波長轉換磷光體結構之面處具有約30微米之一直徑且在陶瓷波長轉換磷光體結構之相對頂面處具有約80至約100微米之一直徑。

【0043】圖8展示針對此等LED兩者在操作中之輸出光強度對時間之一標繪圖。曲線575展示具有一未圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構之pcLED之效能，其在約6小時的操作之後展現約50%之一瞬態劣化，在約18小時至20小時的操作之後恢復。在此週期期間，透過未圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構可看見一大且明顯之深色區域。相比之下，如由曲線580所指示，具有圖案化陶瓷波長轉換磷光體結構之pcLED未展現任何瞬態劣化。

【0044】本發明係繪示性且非限制性的。進一步修改鑑於本發明對

於熟習此項技術者而言將係顯而易見的且意欲於落入隨附發明申請專利範圍之範疇內。

【符號說明】

【0045】

100	磷光體轉換發光二極體(pcLED)
102	半導體二極體結構
104	基板
106	磷光體層或結構/磷光體像素
200	pcLED陣列
202	基板
300	電子板
302	功率及控制模組
304	感測器模組
306	發光二極體(LED)附接區域
402	波導
404	投射透鏡
500	陶瓷波長轉換磷光體結構晶圓
510	通道
515	錐形孔
520	成角度孔
525	邊緣
530	中心
535	黏著劑層

540	半導體LED晶粒
545	分離線
550	pcLED
555	基板
560	反射側塗層材料
565	分離線
570	pcLED
575	曲線
580	曲線
D1	長度
D2	厚度

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種波長轉換器，其包括：

一陶瓷磷光體結構，其經組態以吸收由一LED發射之一第一波長之光並作為回應發射一更長波長之光，且具有經組態以藉由一黏著劑層(adhesive layer)結合至該LED之一第一表面及相對於該第一表面之一第二表面，且包括外部錐形部分(tapered portions)；及

該陶瓷磷光體結構之該第一表面上之一圖案，其包括經組態以促進氧至或沿著該該一表面且通過該黏著劑層之一流動之一或多個圖案特徵，該一或多個圖案特徵包括：

該第一表面中之一或多個通道(channels)，其並未完全穿透過該陶瓷磷光體結構而到達該第二表面；或

一或多個孔，其完全穿過該陶瓷磷光體結構且包括具有相對於該陶瓷磷光體結構之該第一表面之一非垂直角(non-perpendicular angle)之至少一側壁。

【第2項】

如請求項1之波長轉換器，其中該一或多個圖案特徵包括完全穿過該陶瓷磷光體結構且包括具有相對於該陶瓷磷光體結構之該第一表面之該非垂直角之該至少一側壁之該一或多個孔。

【第3項】

如請求項2之波長轉換器，其中該一或多個孔包括具有相對於該陶瓷磷光體結構之該第一表面之一垂直角之至少另一側壁。

【第4項】

如請求項2之波長轉換器，其中該至少一側壁具有相對於該陶瓷磷光體結構之該第一表面之一銳角。

【第5項】

如請求項1之波長轉換器，其中該一或多個圖案特徵包括該第一表面中並未完全穿透過該陶瓷磷光體結構而到達該第二表面之該一或多個通道。

【第6項】

如請求項2之波長轉換器，其中該至少一側壁具有相對於該陶瓷磷光體結構之該第一表面之一鈍角。

【第7項】

如請求項2之波長轉換器，其中該至少一側壁包括平行於彼此而延伸之兩側壁。

【第8項】

一種波長轉換器，其包括：

一陶瓷磷光體結構，其經組態以吸收由一LED發射之一第一波長之光並作為回應發射一更長波長之光，且具有經組態以藉由一黏著劑層結合至該LED之一第一表面及相對於該第一表面之一第二表面；

該陶瓷磷光體結構之該第一表面上之一圖案，其包括經組態以促進氧至或沿著該該一表面且通過該黏著劑層之一流動之一或多個圖案特徵，該一或多個圖案特徵包括一或多個通道，該一或多個圖案特徵包括完全穿過該陶瓷磷光體結構且與該一或多個通道之至少一者相交之一或多個孔。

【第9項】

如請求項8之波長轉換器，其中該一或多個通道之一者與該一或多個

孔之兩者相交。

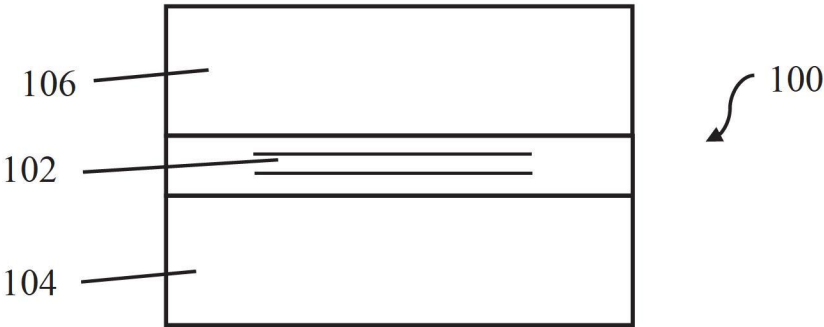
【第10項】

如請求項9之波長轉換器，其中該黏著劑層具有小於或等於約2微米之一厚度。

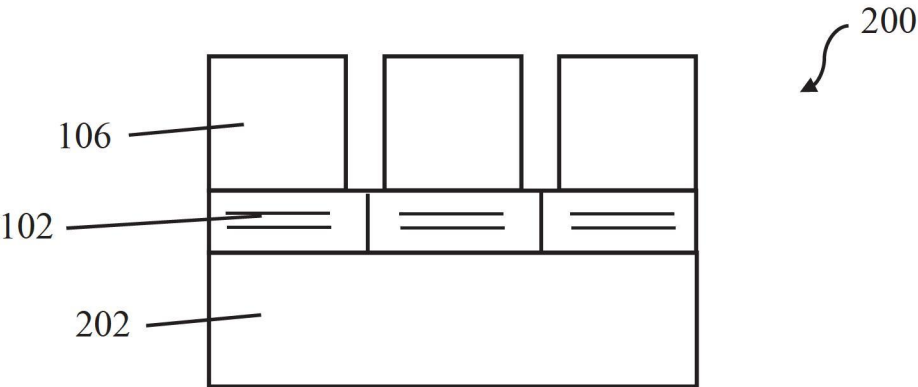
【第11項】

如請求項10之波長轉換器，其中該一或多個孔填充有分散於一囊封劑中之磷光體粒子。

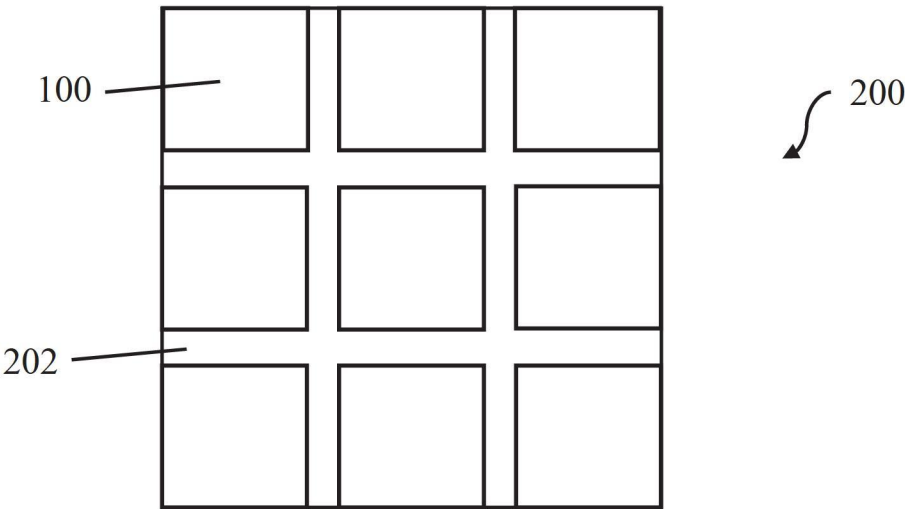
【發明圖式】



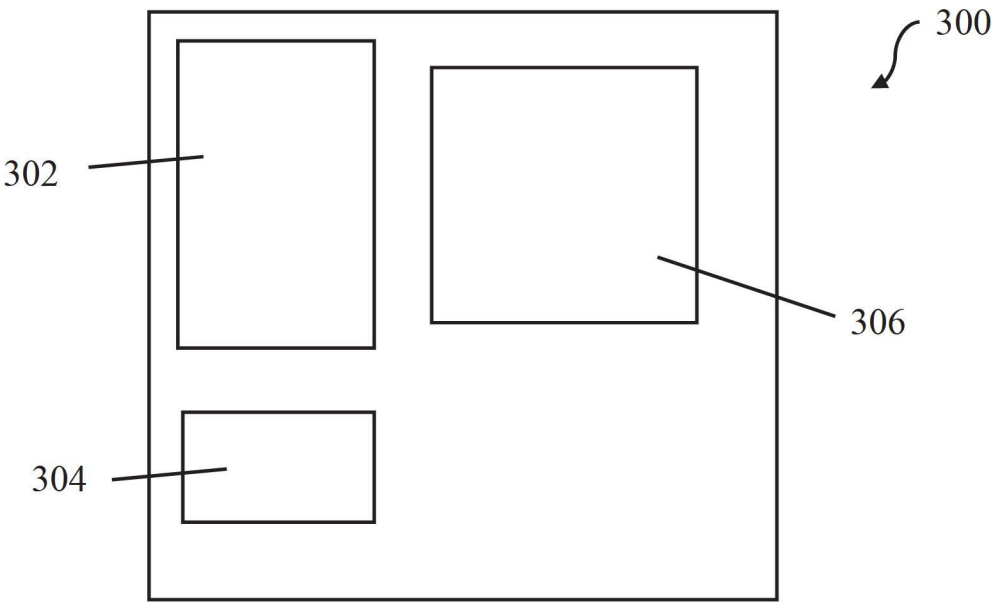
【圖1】



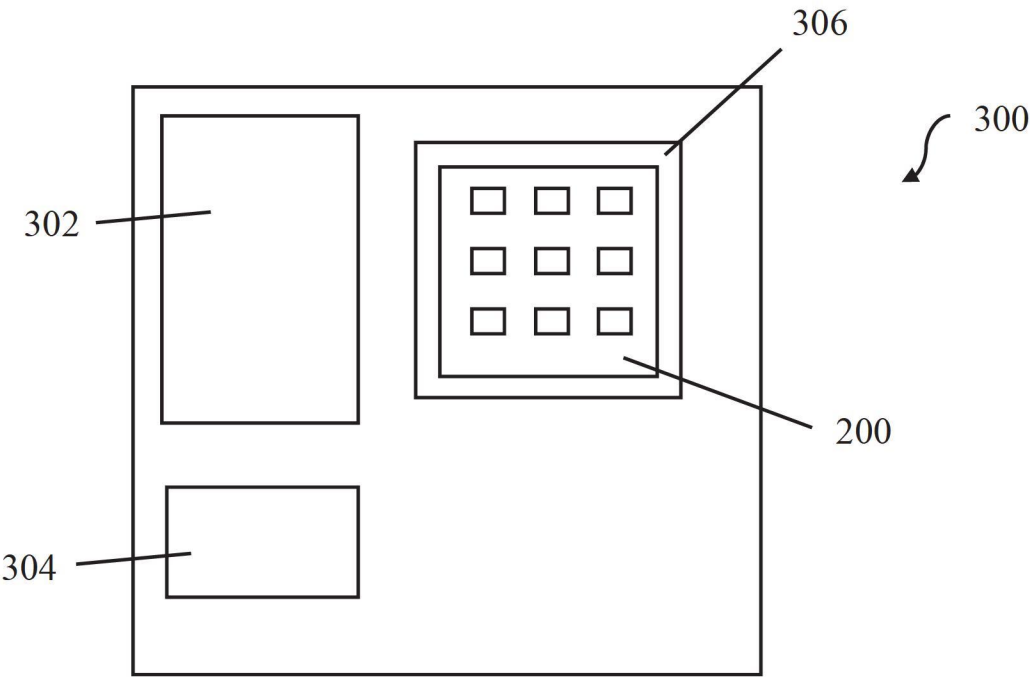
【圖2A】



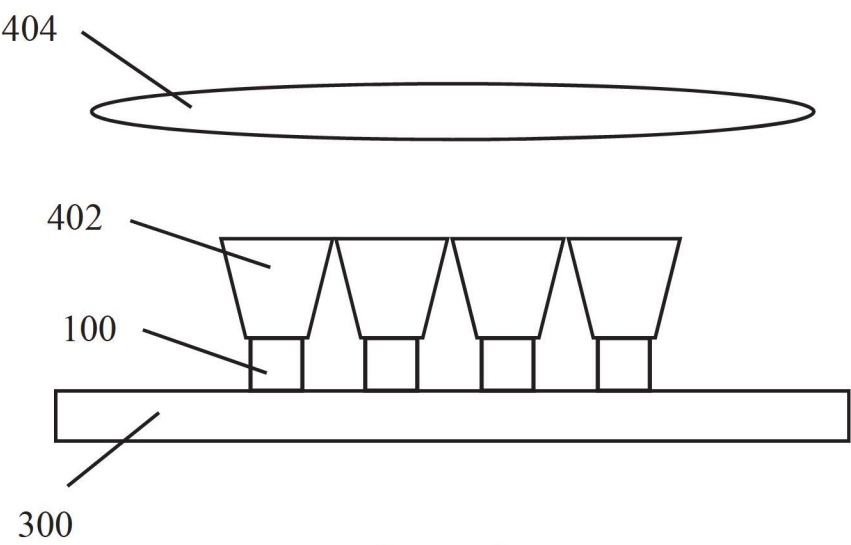
【圖2B】



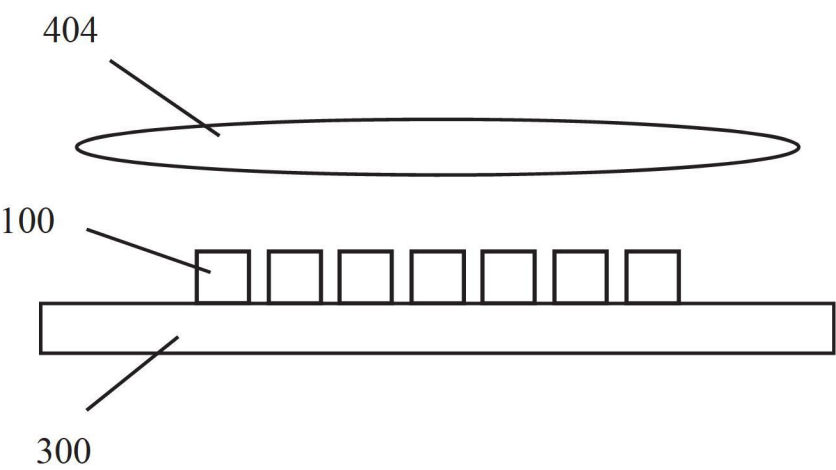
【圖3A】



【圖3B】



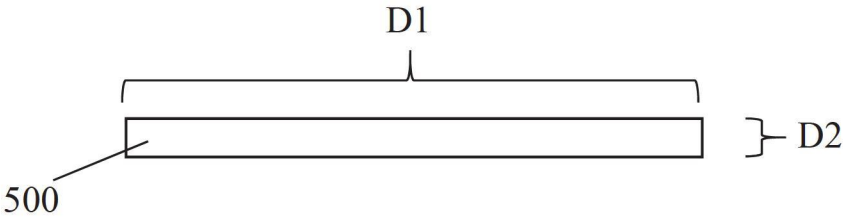
【圖4A】



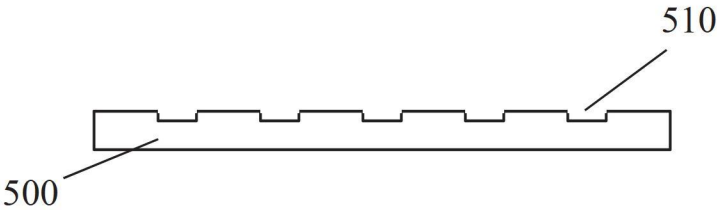
【圖4B】



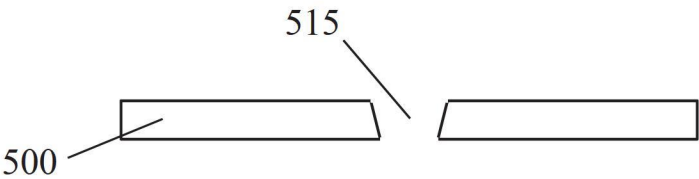
【圖5A】



【圖5B】



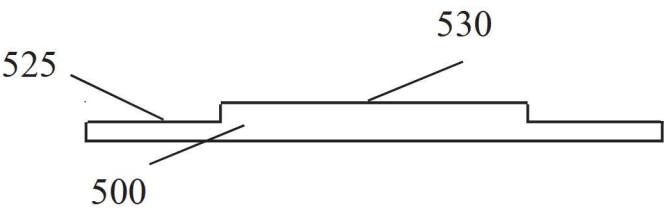
【圖6A】



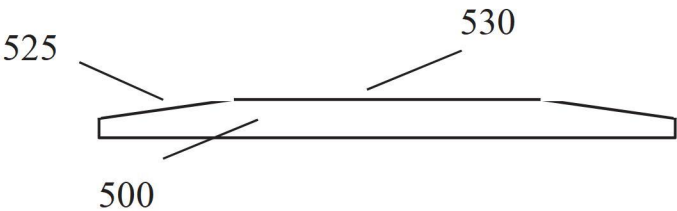
【圖6B】



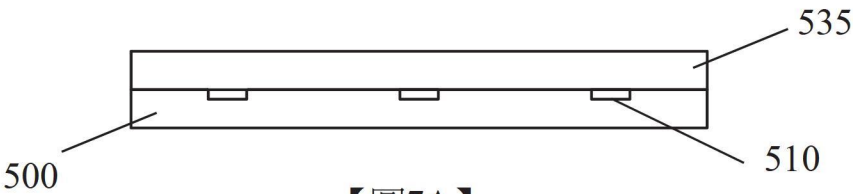
【圖6C】



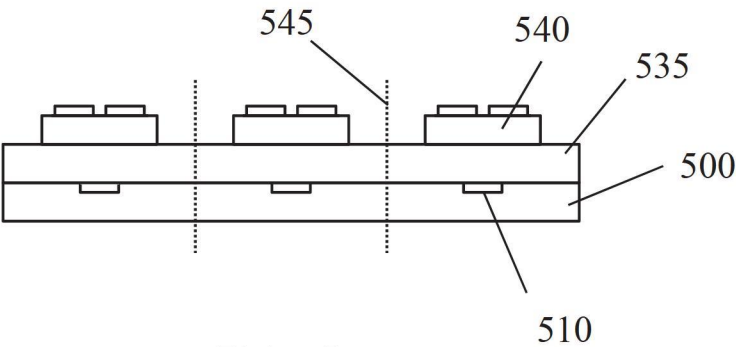
【圖6D】



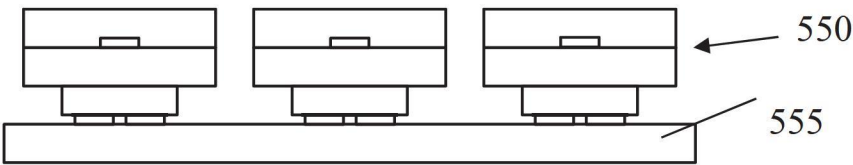
【圖6E】



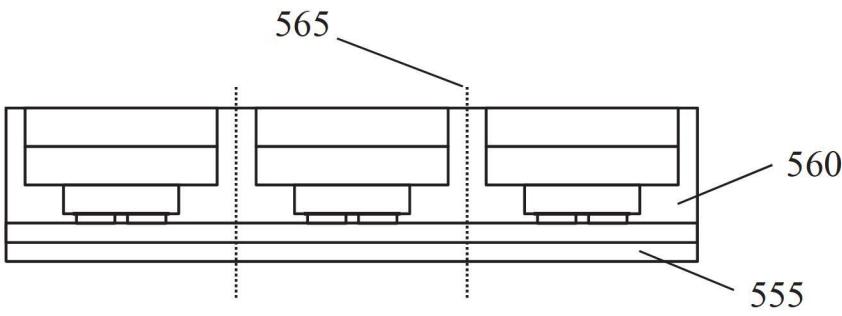
【圖7A】



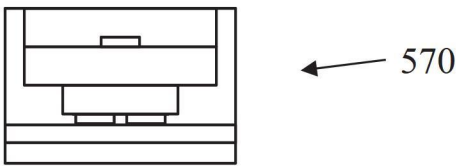
【圖7B】



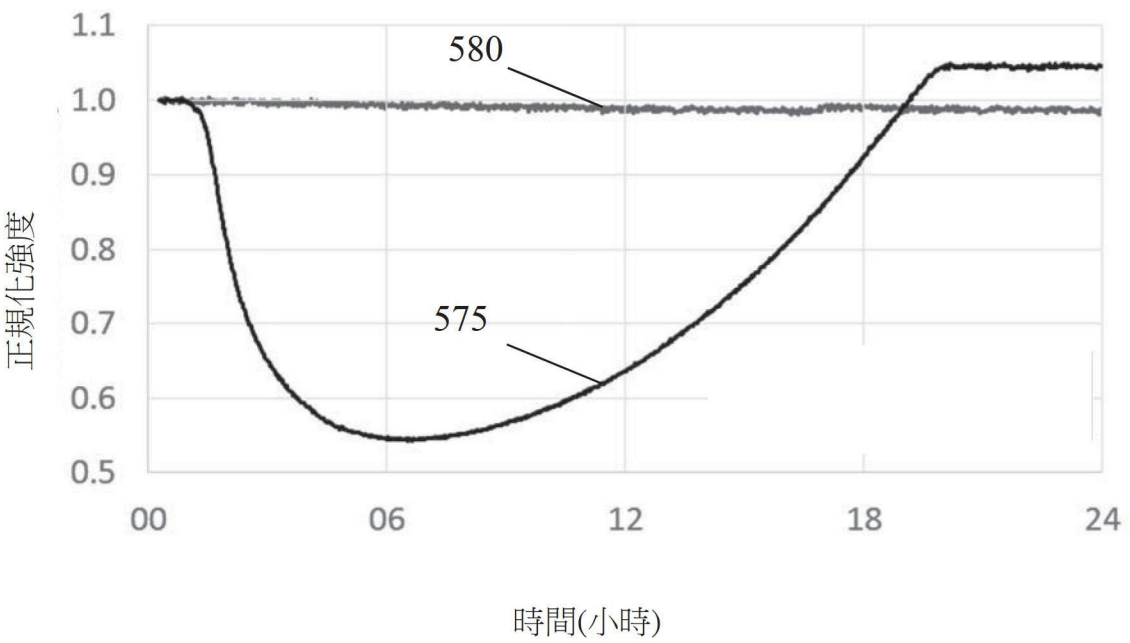
【圖7C】



【圖7D】



【圖7E】



【圖8】