

參、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 小林 淳子

KOBAYASHI, JUNKO

2. 瓦納 K 高茲

GOETZ, WERNER K.

住居所地址：(中文/英文)

1. 美國加州日光谷李文斯頓大道1460號

1460 LEWISTON DRIVE, SUNNYVALE, CA 94087, U.S.A.

2. 美國加州巴洛艾托市蘇珊大道4205號

4205 SUZANNE DRIVE, PALO ALTO, CA 94306, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

1. 日本 JAPAN

2. 德國 GERMANY

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期
為：年月日。

☒ 本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 美國；2002年12月11日；10/317,309
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2002年12月11日；10/317,309
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係關於在失配基材上成長第III族氮化物薄膜。

【先前技術】

半導體發光裝置(Semiconductor light-emitting device; LED)係目前可用的最有效光源之一。目前，在高亮度LED製造中能橫跨可見光譜進行操作的重要材料系統包括第III至V族半導體，特定言之係鎵、鋁、銦及氮的二元、三元及四元合金，亦稱為第III族氮化物材料。一般地，藉由金屬有機化學汽相沈積(metal-organic chemical vapor deposition; MOCVD)、分子束磊晶(molecular beam epitaxy; MBE)或其他磊晶技術而在一藍寶石、碳化矽或第III族氮化物基材上磊晶成長不同成分及摻雜物濃度之半導體層之一堆疊，來製造第III族氮化物發光裝置。該堆疊經常包括：形成於該基材上、摻雜(例如)Si之一或更多n型層、形成於該(等)n型層上之一發光或作用區域，以及形成於該作用區域上、摻雜(例如)Mg之一或更多p型層。

由於第III族氮化物基材一般不可購得，因此經常在諸如藍寶石及SiC之類的基材上製造第III族氮化物裝置，該類基材稱為「失配」係由於該些基材與第III族氮化物層之間的晶格常數與熱膨脹係數差異。晶格常數及熱膨脹係數差異引起的應變使得厚、平坦、無缺陷的第III族氮化物層之製造較困難。

特別是在藍寶石基材之情況下，減輕由該晶格常數及熱膨脹係數失配所引起的問題之一方法係在成長於該基材上之一孕核層上成長該等III族氮化物裝置層。該孕核層一般係由低溫成長所形成之一薄的非晶或多晶AlN或Ga₂N層。理論上，由於該非晶或多晶孕核層減輕由該晶格常數及熱膨脹係數失配所引起的一些應變，因此在該孕核層上成長之一結晶第III族氮化物層品質將優於在無一孕核層下成長之一第III族氮化物。

由於若干原因，使用低溫孕核層並非理想。在成長該等半導體層之前，將該基材加熱至一高溫以作清洗，然後降低該反應器內的溫度以成長該低溫孕核層。然後必須再提高該溫度以成長該等裝置層。該類溫度循環很費時，並因此增加了晶圓表面污染物積聚之可能性，從而影響良率或裝置性能。此外，在成長該低溫孕核層與成長下一層之間發生的加熱引起該低溫孕核層內的再次結晶，其為在該孕核層上成長高品質層所需要。因此，必須認真控制該加熱。自所需加熱圖案之偏離可導致低劣的裝置性能或低劣的良率。進一步，在該低溫孕核層上成長的層之材料品質以及所產生裝置之性能對該孕核層之厚度及該孕核層之成長溫度敏感。產生可接受的裝置性能之厚度及溫度轄域可能較窄，這使得難以保持橫跨該晶圓之所需厚度及溫度轄域並導致低劣的良率。最後，採用一低溫孕核層導致該等裝置層內一高密度之穿透位錯，大小約為 10^{10}cm^{-2} 。需要額外的處理來減小該等穿透位錯密度。該類額外的處理增加了製

造時間及成本以及低劣良率或低劣裝置性能之風險。

授予 Ohba 的第 5,990,495 號美國專利說明減輕由晶格常數及熱膨脹係數失配所引起的問題之另一方法。Ohba 講授「在一第一溫度下於一單晶基材上直接成長一緩衝層……，並在低於該第一溫度之一第二溫度下於該緩衝層上成長一元件形成層……用於成長該緩衝層之溫度應最好高於 1300°C 。」參見第 3 行，第 54 至 64 列。在成長後，對該孕核層進行退火。「用於對該緩衝層進行退火的溫度最好在 1350°C 至 1500°C 的範圍內，而用於對該緩衝層進行退火的時間週期應最好在 10 至 60 分鐘範圍內。如該退火溫度低於 1350°C ，則完全消除應變較為困難。」參見第 6 行第 64 列至第 7 行第 2 列。Ohba 製造一高溫孕核層之方法是不合需要的，因為其需要高溫成長以及一成長暫停以實行該退火。

【發明內容】

依據本發明之具體實施例，一種形成一發光裝置之方法包括提供一藍寶石基材，在約 1000°C 與 1180°C 之間之一溫度下藉由汽相沈積在該基材上成長一 $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ 第一層，以及成長一覆蓋該第一層之第 III 族氮化物第二層。該第一層可具有在約 500 埃與約 5000 埃之間之一厚度。在一些具體實施例中，藉由以第 V 族先驅物與第 III 族先驅物之一低莫耳比開始，然後在成長該第一層過程中提高該比率，或藉由將氮用作一環境氣體來減少該第 V 族先驅物與該基材之間的反應。

依據本發明之具體實施例使用一高溫孕核層優於一低溫

孕核層，因為其消除低溫孕核層所需的溫度循環、成長暫停及額外處理，而且因為其消除由於低溫孕核層所需窄厚度及溫度轄域所致的均勻度問題。

【實施方式】

圖1說明依據本發明之一具體實施例之一裝置。一高溫孕核層12形成於藍寶石基材10上。然後，一聚結層14形成於孕核層12上，接下來是一n型區域15、一作用區域16以及一p型區域17。n型區域15、作用區域16以及p型區域17之每一個均可包含相同或不同厚度、成分及摻雜物濃度之多層。此外，n型區域15可包含一或更多的p型層，作用區域16可包含一或更多的n型或p型層，而p型區域17可包含一或更多的n型層。蝕刻除去作用區域16及p型區域17之一部分以暴露在其上形成n型接點19之n型區域15之一部分。p型接點18形成於p型區域17。接點18及19可為反射性接點以使得經由基材10從該裝置擷取光，或為透明接點以使得經由接點18及19從該裝置擷取光。

孕核層12係 $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ ，其具有一厚度可在約500埃至5000埃之間範圍內，一般在約1000埃與約3000埃之間，最好在約2000埃與約2500埃之間範圍內。氮化鋁的成分可在約50%與100%之間(即，x在自0至約0.5範圍內)。可在自約1000°C至約1180°C範圍內之一溫度下製造孕核層12，一般在自約1060°C至約1150°C範圍內之一溫度下製造，最好在自約1080°C至1100°C範圍內之一溫度下製造。在一些具體實施例中，如果裝置中具有在小於1060°C之溫度下成長之

孕核層，則該等裝置中的聚結層呈現增加的表面粗糙度。孕核層12之合適溫度、成分及厚度可取決於成長於孕核層12之上的層。一般地，孕核層12係未摻雜的，但在一些具體實施例中其可為略微摻雜。

在成長孕核層12後，形成一聚結層14以提供一平滑表面用於隨後成長裝置層15、16及17。聚結層14經常為Ga₂N，但可為Ga₂N、InGa₂N、AlGa₂N、AlN或AlInGa₂N。選取聚結層14之成分以使得聚結層14具有一所需的應變狀態並對於由該作用區域發出的光透明。在一些具體實施例中，聚結層14係與該等裝置層分離之一額外層，其提供一平滑均勻表面以在其上成長該等裝置層。在其他具體實施例中，聚結層係該第一裝置層並除為覆蓋聚結層14的層提供一平滑表面之外還在該裝置中服務於一目的。聚結層14可為未摻雜的或摻雜的n型或p型。如該摻雜物係Si，則可將聚結層摻雜至約 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 之一最高摻雜濃度。除了Si，可以n型摻雜物對聚結層14進行更高摻雜。如該摻雜物為諸如Mg之類之一p型摻雜，則可將聚結層14摻雜至約 $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 之一最高摻雜濃度。聚結層14之厚度可在自約500埃至約2微米之範圍內，一般在自0.5微米至約1.5微米之範圍內。一般在與孕核層12相同的溫度下或一略低溫度下成長聚結層14。在一範例中，在1090°C之一溫度下成長孕核層12，而在自約1060°C至約1090°C範圍內之一溫度下成長聚結層14。

在圖1中所示的裝置中之半導體層一般由諸如化學汽相沈積或汽相磊晶之類之一汽相沈積程序形成。依據本發明

之具體實施例之汽相沈積一般在大於1毫托(經常在約50毫托與約1毫托之間)之壓力下發生。

在一些具體實施例中，在製造孕核層12過程中調整第V族先驅物與第III族先驅物之比以減少第V族先驅物與該基材之間的反應(例如，氮化)。圖2說明形成孕核層12及聚結層14之一方法之一此類範例。成長該孕核層開始於階段20。在一些具體實施例中，在成長開始之前為減小由於該基材暴露於該第V族先驅物而在該第V族先驅物與該基材之間反應之可能性，將該第V族先驅物與第III族先驅物同時導入該反應器。在圖2中所說明的範例中，諸如 NH_3 之類之一第V族先驅物與諸如三甲基鋁之類之一第III族先驅物之莫耳比開始於56。其他合適的第III族先驅物包括三甲基鎂、三乙基鋁以及三乙基鎂。

在緊鄰該基材之孕核層部分完成成長後，例如，在成長該等第一100至500埃後，在階段22內該第V族先驅物之流速提高至一第V族/第III族莫耳比168。一般地，在該孕核層的整個成長過程中該第III族先驅物流速保持不變，而調整該第V族先驅物流速以獲得所需的莫耳比，然而在調整該第III族先驅物流速時該第V族先驅物流速可保持不變。圖2中給定的莫耳比僅為一範例。一般而言，在該第一成長階段過程中第V族先驅物與第III族先驅物之莫耳比可在約20至約100之範圍內，而在該第二成長階段過程中第V族先驅物與第III族先驅物之莫耳比可大於150。可以一或更多的分離步驟或隨經過時間連續調整該等莫耳比。

在階段24中，改變該第III族先驅物或增加一額外的第III族先驅物，並開始成長聚結層14。例如，如果聚結層14係GaN，則三甲基鋁之流動停止而將諸如三甲基鎵之類之一鎵先驅物導入該反應器。如果聚結層14係AlGaN，則可調整該鋁先驅物之流速並將一鎵先驅物導入該反應器。儘管該莫耳比可高達2000，但一般以約1000之一莫耳比成長聚結層14及在n型區域15中的層。

一般而言，第III氮化物層成長於一氮環境，因為成長於一氮環境中的層經觀察比成長於其他環境中的層更平滑。在本發明之一些具體實施例中，在成長孕核層12過程中將氮而非氫用作環境。圖3說明形成孕核層12及聚結層14之一方法之一此類範例。在階段30中，藉由在一氮環境中將一第III族先驅物及一第V族先驅物導入一反應器來開始成長孕核層12。在成長孕核層12完成後，在階段32中導入氮。在階段34中，改變該第III族先驅物或增加另一第III族先驅物，以開始成長聚結層14。階段32及34可同時發生，或階段32可在開始成長該聚結層之後突然發生或逐漸發生。在成長孕核層12過程中，使用一氮環境可抑制該第V族先驅物與該基材之間的反應。在一些具體實施例中，圖2及3中所說明的技術一起用於成長孕核層12。

圖4係一封裝的發光裝置之一分解圖。將一散熱塊100放入一插入成形的引線框架106內。該插入成形的引線框架106係(例如)在提供一電性路徑之一金屬框架周圍成形之一填滿的塑膠材料。塊100可包括一可選反射器杯102。或者，

塊100可提供無一反射器杯之一基座。將可依據上述方法製造的發光裝置晶粒104直接或經由一導熱子基板103間接地黏著於塊100。可增加一光學透鏡108。

所製造的、具有圖1之高溫孕核層的裝置中之光輸出、表面平滑度、位錯密度及應變，經觀察可與具有一低溫孕核層之裝置(其中實施額外程序以將穿透位錯減小至一類似密度)相比擬。圖5係外部量子效率與波長之一函數關係之一曲線圖。如圖5中所說明，依據本發明之具體實施例具有一高溫孕核層之裝置具有可與該類低溫孕核層裝置相比擬之外部量子效率。因此，使用依據圖1之一高溫孕核層而非一低溫孕核層係有利的，因其產生一可比裝置並只需一簡單得多的成長程序。例如，使用一高溫孕核層來消除：清洗、成長該孕核層與成長下一層之間的溫度循環，以及在成長低溫孕核層(一般在低於600°C之一溫度下成長)與成長覆蓋該孕核層之層(一般在大於1000°C之一溫度下成長)之間加熱反應器所需的成長暫停。此外，使用一高溫孕核層消除為產生具有一低溫孕核層之裝置中之一適當平滑表面所需之額外半導體層及額外處理。溫度循環、成長暫停、額外的半導體層以及額外處理之消除，減少了製造該裝置所需的時間及成本，並減少聚集於該裝置表面的污染物及損害良率或裝置性能之可能性。此外，使用一高溫孕核層消除低溫孕核層所需的窄厚度及溫度轄域所引起的許多不均勻問題。圖5中所示的裝置之位錯密度約為 10^9cm^{-2} 。在一些具體實施例中，可對依據本發明具體實施例之具有高溫

孕核層之裝置作進一步處理以減小位錯密度。

本發明之具體實施例亦提供優於第5,990,495號美國專利(以下稱為「Ohba」)中所說明之方法之若干優點。首先，本文所說明之方法不需要一退火以產生具有足夠低應變以呈現可接受的裝置性能之裝置。其次，在比Ohba的孕核層明顯更低之溫度下成長孕核層12及聚結層14，從而減少了加熱該基材所需的時間，將該裝置冷卻至適合形成該等裝置層之溫度的所需時間，以及損害該反應器之可能性。

經對本發明作詳細說明，熟知本技術人士應明白，根據本揭示內容，可對本發明作修改，而不致背離此處說明之本發明概念之精神。因此並不希望本發明之範疇限於所解釋及說明的特定具體實施例。

【圖式簡單說明】

圖1說明依據本發明之具體實施例而製造之一裝置。

圖2說明形成圖1之孕核層12及聚結層14之一方法。

圖3說明形成圖1之孕核層12及聚結層14之一替代方法。

圖4說明一封裝發光裝置。

圖5係外部量子效率與一波長之函數關係之一曲線圖，說明包括一低溫孕核層之裝置以及依據本發明之具體實施例包括一高溫孕核層之裝置。

【圖式代表符號說明】

10	藍寶石基材
12	高溫孕核層
14	聚結層

15	n型區域
16	作用區域
17	p型區域
18	p型接點
19	n型接點
20	階段
22	階段
24	階段
30	階段
32	階段
34	階段
100	散熱塊
102	可選反射器杯
103	導熱子基板
104	發光裝置晶粒
106	引線框架
108	光學透鏡

伍、中文發明摘要：

本發明揭示一種形成一發光裝置之方法，其包括提供一藍寶石基材，在約1000°C與約1180°C之間之一溫度下藉由汽相沈積在該基材上成長一 $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ 第一層，以及成長覆蓋該第一層之一第III族氮化物第二層。該第一層可具有在約500埃與約5000埃之間之一厚度。在一些具體實施例中，藉由以第V族先驅物與第III族先驅物之一低莫耳比開始，然後在成長該第一層過程中提高該比率，或藉由將氮用作一環境氣體而減少該第V族先驅物與該基材之間的反應。

陸、英文發明摘要：

A method of forming a light emitting device includes providing a sapphire substrate, growing an $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ first layer by vapor deposition on the substrate at a temperature between about 1000°C and about 1180°C, and growing a III-nitride second layer overlying the first layer. The first layer may have a thickness between about 500 angstroms and about 5000 angstroms. In some embodiments, reaction between the group V precursor and the substrate is reduced by starting with a low molar ratio of group V precursor to group III precursor, then increasing the ratio during growth of the first layer, or by using nitrogen as an ambient gas.

拾壹、圖式：

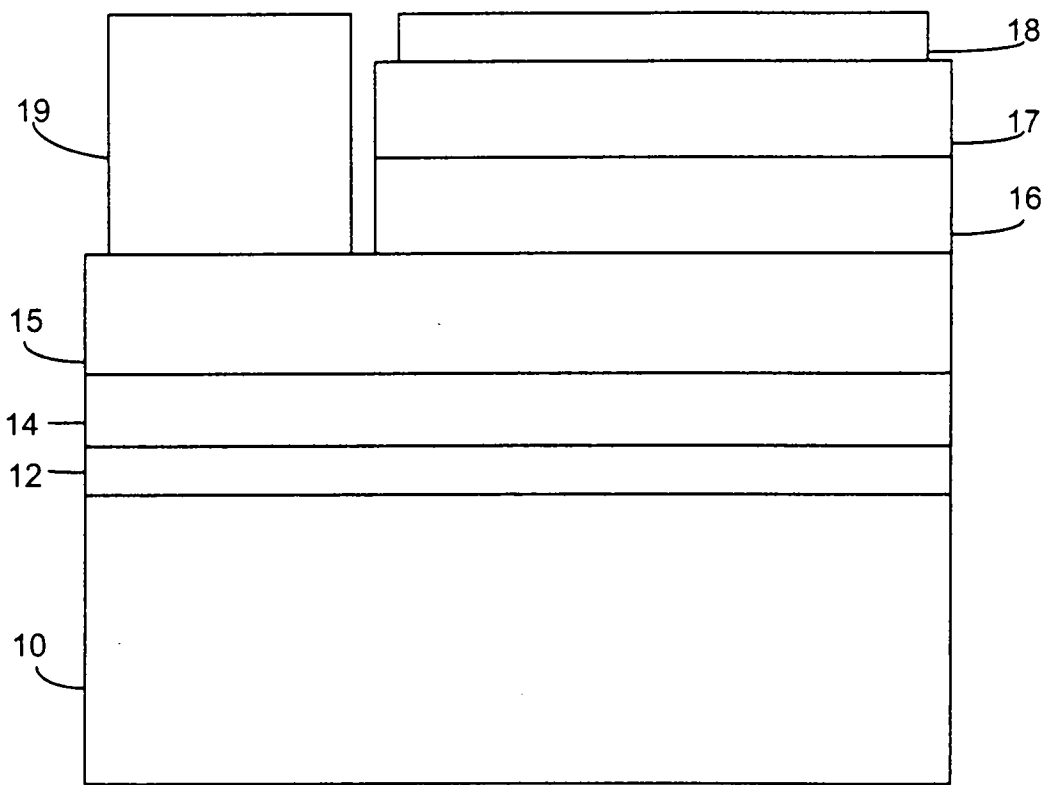


圖 1

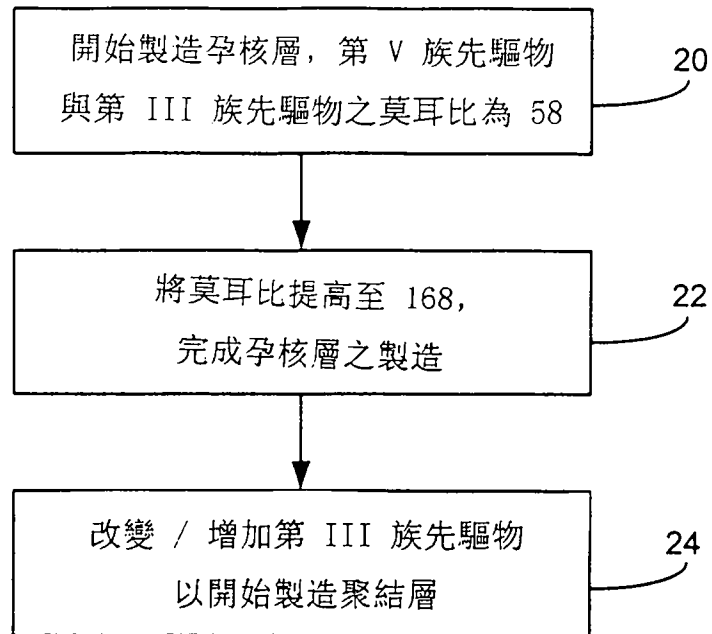


圖 2

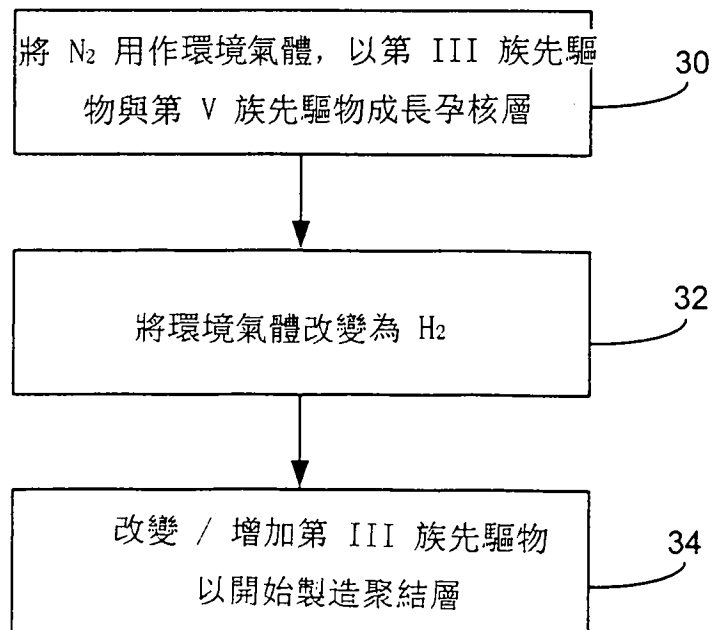


圖 3

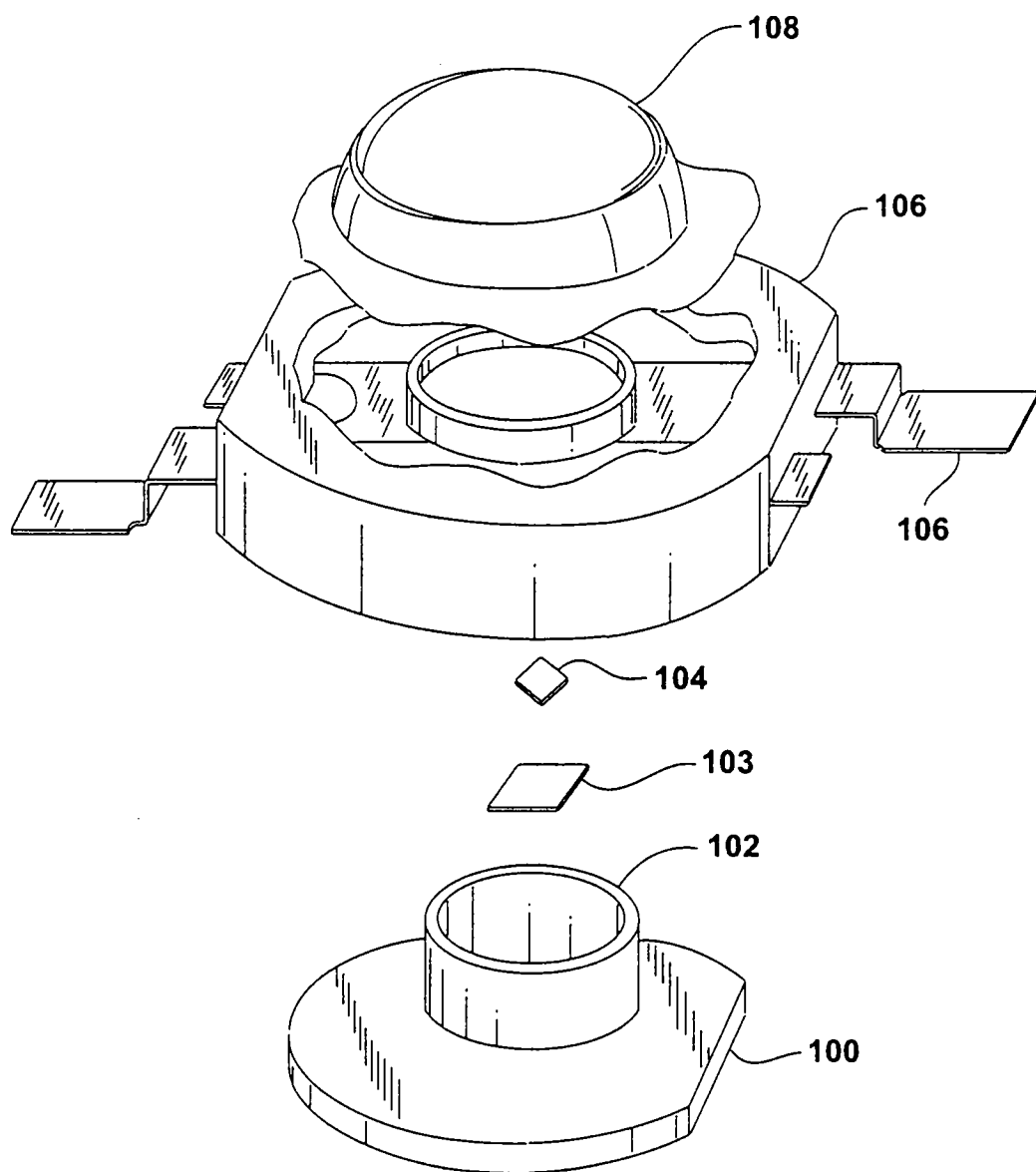
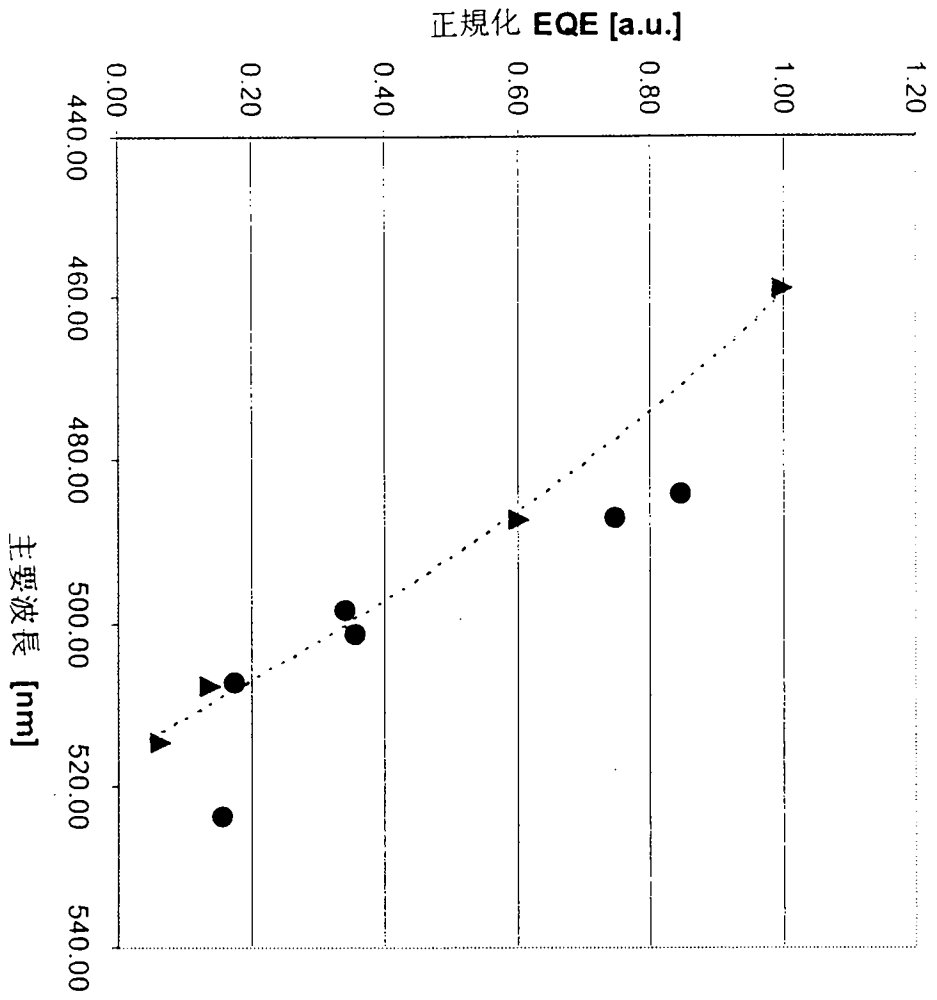


圖 4



● 具有高溫 AlN 孕核層之 LED

▲ 具有低溫 GaN 孕核層之 LED

圖 5

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10	藍寶石基材
12	高溫孕核層
14	聚結層
15	n型區域
16	作用區域
17	p型區域
18	p型接點
19	n型接點

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

95年10月修正
補充

公告本

發明專利說明書

中文說明書替換頁(95年10月)

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：092134560

※ 申請日期：※IPC分類：H01L 33/00, 21/205
92.12.8

壹、發明名稱：(中文/英文)

於無傳統低溫孕核層下在失配基材上成長第III族氮化物薄膜
GROWTH OF III-NITRIDE FILMS ON MISMATCHED SUBSTRATES
WITHOUT CONVENTIONAL LOW TEMPERATURE NUCLEATION
LAYERS

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商飛利浦露明光學公司

PHILIPS LUMILEDS LIGHTING COMPANY, LLC

代表人：(中文/英文)

盧 達杜克

DADOK, LOU

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州山橋市西亭伯路370號

370 W. TRIMBLE ROAD SAN JOSE, CA 95131-1008, U. S. A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

拾、申請專利範圍：

1. 一種形成發光裝置之方法，該方法包含：

提供一基材；

在至少 1000°C 之一溫度下，藉由氣相沈積在該基材上成長一 $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ 第一層，其中 $0 \leq x < 1$ ，而且其中該第一層具有在約500埃與約5000埃之間之一厚度；

以一第V族先驅物與一第III族先驅物之一第一比率鄰近於該基材成長該第一層之一第一部分；

在成長該第一層之一第二部分時，將該第一比率提高至一第V族先驅物與一第III族先驅物之一第二比率；及

成長覆蓋該第一層之一第III族氮化物之第二層。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中在約 1060°C 與約 1160°C 之間之一溫度下成長該第一層。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中在約 1080°C 與約 1100°C 之間之一溫度下成長該第一層。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第一層係 AlN 。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第一層具有在約1000埃與約3000埃之間之一厚度。
6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第一層具有在約2000埃與約2500埃之間之一厚度。
7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中 $0 \leq x \leq 0.5$ 。
8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中在與該第一層相同之溫度下成長該第二層。
9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中在低於該第一層之一

溫度下成長該第二層。

10. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第二層係 GaN、InGaN、AlGaN及AlInGaN之一。
11. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第二層係摻雜的。
12. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第二層係摻雜 Si 達到自未摻雜至約 $5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 範圍內之一摻雜濃度。
13. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第二層係摻雜一 p 型摻雜物並具有自未摻雜至約 $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 範圍內之一摻雜濃度。
14. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第二層具有在約 500 埃與約 2 微米之間之一厚度。
15. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第 V 族先驅物包含 NH_3 。
16. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第 III 族先驅物包含三甲基鋁、三甲基鎵、三乙基鋁及三乙基鎵之至少一個。
17. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該第一比率為在約 20 與約 100 之間之一莫耳比，而該第二比率為大於約 150 之一莫耳比。
18. 如申請專利範圍第1項之方法，其中成長該第一層之一第一部分包含成長約 100 埃與約 500 埃之間之第一層。
19. 如申請專利範圍第1項之方法，其進一步包含實質上同時將第 III 族先驅物及該第 V 族先驅物提供給該基材。
20. 如申請專利範圍第1項之方法，其中成長該第一層包含將一第 III 族先驅物、一第 V 族先驅物及一環境提供給該基

年 月 日修正替換頁
99.3.26

材，其中該環境為氮。

21.如申請專利範圍第20項之方法，其進一步包含在成長該第二層過程中提供氮。

22.如申請專利範圍第1項之方法，其進一步包含：

成長覆蓋該第二層之一n型區域；

成長覆蓋該n型區域之一作用區域；以及

成長覆蓋該作用區域之一p型區域。

23.如申請專利範圍第22項之方法，其進一步包含：

形成電連接至該n型區域之一第一接點；

形成電連接至該p型區域之一第二接點；以及

提供覆蓋該基材之與該第一層相對的一側之一透鏡。

24.一種形成發光裝置之方法，該方法包含：

提供一基材；

在至少1000°C之一溫度下，在大於1毫托之一壓力下，在該基材上成長一 $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ 第一層，其中 $0 \leq x < 1$ ，而且其中該第一層具有在約500埃與約5000埃之間之一厚度；

以一第V族先驅物與一第III族先驅物之一第一比率鄰近於該基材成長該第一層之一第一部分；

在成長該第一層之一第二部分時，將該第一比率提高至一第V族先驅物與一第III族先驅物之一第二比率；及

成長覆蓋該第一層之一第III族氮化物之第二層。

25.如申請專利範圍第24項之方法，其中在約1060°C與約1160°C之間之一溫度下成長該第一層。

26.如申請專利範圍第24項之方法，其中該第一層為 AlN 。

27.一種形成一第III族氮化物層之方法，該方法包含99.1.26

提供一基材；

以一第V族先驅物與一第III族先驅物之一第一比率鄰近於該基材成長該第III族氮化物層之一第一部分；

在成長該第III族氮化物層之一第二部分過程中，將一第V族先驅物與一第III族先驅物之一第一比率提高至一第二比率。

28.如申請專利範圍第27項之方法，其中該第V族先驅物包含 NH_3 。

29.如申請專利範圍第27項之方法，其中該第III族先驅物包含三甲基鋁、三甲基鎔、三乙基鋁及三乙基鎔之至少一個。

30.如申請專利範圍第27項之方法，其中該第一比率為在約20與約100之間之一莫耳比，而該第二比率為在約150與約1500之間之一莫耳比。

31.一種形成發光裝置之方法，該方法包含：

提供一基材；

將一第III族先驅物、一第V族先驅物及一環境提供給該基材，其中該環境為氮；

以一第V族先驅物與一第III族先驅物之一第一比率鄰近於該基材成長該第一層之一第一部分；

在成長該第一層之一第二部分時，將該第一比率提高至一第V族先驅物與一第III族先驅物之一第二比率；及

成長覆蓋該基材之一第一第III族氮化物層。

32.如申請專利範圍第31項之方法，其進一步包含：

年 月 日修正替換頁

99. 3. 22

在成長該第一第III族氮化物層後，提供氫；以及
成長覆蓋該第一第III族氮化物層之一第二第III族氮化
物層。