

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4758944号  
(P4758944)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月10日(2011.6.10)

(51) Int.Cl. F I  
H O 1 L 33/20 (2010.01) H O 1 L 33/00 1 7 0

請求項の数 4 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-131676 (P2007-131676)                  (22) 出願日 平成19年5月17日 (2007.5.17)                  (65) 公開番号 特開2007-311800 (P2007-311800A)                  (43) 公開日 平成19年11月29日 (2007.11.29)                  審査請求日 平成19年5月17日 (2007.5.17)                  (31) 優先権主張番号 10-2006-0044735                  (32) 優先日 平成18年5月18日 (2006.5.18)                  (33) 優先権主張国 韓国 (KR)</p>	<p>(73) 特許権者 506029004                  ソウル オプト デバイス カンパニー                  リミテッド                  大韓民国 425-851 ギョンギード                  アンサン-シ ダンウォン-グ ウォン                  シードン 727-5 ブロック 1-3                  6                  (74) 代理人 110000408                  特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ                  (72) 発明者 金 種 煥                  大韓民国 京畿道 安山市 常緑区 四洞                  1512 デウブルジオ6次アパート                  609</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオードの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を用意する段階と、  
 前記基板上に、下部半導体層、活性層及び上部半導体層を順次形成する段階と、  
 前記上部半導体層の上面の一部に、発光領域を規定するエッチング停止パターンを形成する段階と、

前記上部半導体層および前記エッチング停止パターン上に、前記上部半導体層の側壁が前記基板の上部面に対して傾斜するように、フォトレジストパターンを形成する段階と、  
 前記フォトレジストパターンおよび前記エッチング停止パターンをエッチングマスクとして使用し、前記上部半導体層、活性層及び下部半導体層を順次にエッチングする段階とを有することを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

【請求項2】

前記フォトレジストパターンを形成する段階は、前記発光領域を規定する前記フォトレジストパターンを形成し、前記フォトレジストパターンの側壁が、前記基板の上部面に対して傾斜するように、前記フォトレジストパターンにリフロー工程を実施することを特徴とする請求項1に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項3】

前記フォトレジストパターンへのリフロー工程は、前記フォトレジストパターンの側壁が、前記基板の上部面に対して10～80度の範囲内の傾斜角を有するように行われることを特徴とする請求項2に記載の発光ダイオードの製造方法。

10

20

## 【請求項 4】

前記エッチング停止パターンは、金属で形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載の発光ダイオードの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、発光ダイオードの製造方法に関し、さらに詳しくは、傾いた側壁を備えることで発光効率を高めた発光ダイオードの製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

発光ダイオード (Light Emitting Diode: LED) は、P型半導体とN型半導体とが接合された構造を有する光電変換素子であって、順方向電圧を加えると、P型半導体とN型半導体との接合部分を通して電子と正孔が移動しながら再結合し、発光する。この際に放出される光の色相は、半導体のバンドギャップエネルギーによって決まり、半導体材料の選択によって所望の色相の光を放出する発光ダイオードを製造することができる。

## 【0003】

このような発光ダイオードは、多様な発光色相で多様な色相の具現が可能であり、各種の電子製品類と計器板、電光板などに表示素子及びバックライトとして広く利用されている。

## 【0004】

また、発光ダイオードは、従来の白熱電球または蛍光灯のような照明器具に比べて電力の消費が少なく寿命が長いことから、従来の照明器具に代わって一般照明の用途として、その使用領域が広がっている。但し、発光ダイオードを一般照明の用途として使用するためには、発光ダイオードの発光効率を高めることが非常に重要であり、このために、いろいろな技術が開発されてきている。

## 【0005】

図1は、従来の発光ダイオードの概略的な縦断面図である。

## 【0006】

図1を参照すると、発光ダイオード1は、基板11上に形成される半導体層16を有する。半導体層16は、N型半導体層15、活性層17及びP型半導体層19が順次に基板11上積層形成されてなる。また、一般的に、基板11とN型半導体層15との間の格子不整合を緩和するために、パuffers層13が形成され、P型半導体層19上に金属層21がさらに形成される。

## 【0007】

そして、N型半導体層15上に形成された金属層21、P型半導体層19、活性層17を順にエッチングして、N型半導体層15の上部面を露出させ、発光ダイオード1に金属配線を形成するために、P型半導体層19の上部金属層21上にパッド23を形成し、露出したN型半導体層15上にもパッド25を形成する。

## 【0008】

このように形成された従来の発光ダイオード1は、半導体層16の側壁が基板の上部面と垂直に形成され、活性層17から上側へ発光した光は、金属層21を通して発光ダイオードの上部面に放射される。

## 【0009】

一方、活性層17から半導体層16の側壁に向けて発光された光は、上記のように垂直に形成された側壁に到達すると、その入射角が大きくなり、半導体層16と空気との屈折率の差によって空気中に容易に放射できずに、半導体層16の内部に全反射され、発光効率が低下するという問題点がある。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【0010】

そこで、本発明は上記従来の発光ダイオードにおける問題点に鑑みてなされたものであって、本発明の目的は、側面発光効率が高い発光ダイオードの製造方法を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

上記目的を達成するためになされた本発明による発光ダイオードの製造方法は、基板を用意する段階と、前記基板上に、下部半導体層、活性層及び上部半導体層を順次形成する段階と、前記上部半導体層上に、その側壁が前記基板の上部面に対して傾斜するように、フォトリソパターンを形成する段階と、前記フォトリソパターンをエッチングマスクとして使用し、前記上部半導体層、活性層及び下部半導体層を順次にエッチングする段階とを有することを特徴とする。

10

## 【0012】

ここで、前記フォトリソパターンを形成する段階は、発光領域を規定するフォトリソパターンを形成し、前記フォトリソパターンの側壁が、前記基板の上部面に対して傾斜するように、前記フォトリソパターンにリフロー工程を実施することが好ましい。

前記フォトリソパターンへのリフロー工程は、前記フォトリソパターンの側壁が、前記基板の上部面に対して10～80度の範囲内の傾斜角を有するように行われることが好ましい。

20

## 【0013】

これによって、本発明の発光素子は、活性層から発光された光が、より容易に半導体層の側面から空气中に放射されて、高い発光効率を有することになる。

## 【0014】

また、前記フォトリソパターンを形成する前に、前記上部半導体層の上面の一部に、発光領域を規定するエッチング停止パターンを形成する段階をさらに有することが好ましい。

前記エッチング停止パターンは、金属で形成されることが好ましい。

## 【発明の効果】

## 【0015】

本発明に係る発光ダイオードの製造方法によれば、発光ダイオードは、傾いた側壁を有する半導体層が基板上に形成されることによって、活性層から発光された光が、より容易に半導体層の側面から空气中に放射されて、高い発光効率を有するという効果がある。

30

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0016】

次に、本発明に係る発光ダイオードの製造方法を実施するための最良の形態の具体例を図面を参照しながら説明する。

## 【0017】

以下の実施形態は、本発明の思想を当業者に十分理解させるための例であり、本発明を限定するものではない。よって、下記の実施形態は、他の形態で具体化することができ、図面において、構成要素の幅、長さ、厚さなどは、便宜のために、誇張して表すこともできる。また、明細書と図面の全般にかけて、同一の参照番号は、同一の構成要素を示す。

40

## 【0018】

図2は、本発明の望ましい実施形態によって製造される発光ダイオードの断面図である。

## 【0019】

図2を参照すると、本実施形態の発光ダイオード100は、基板101上に半導体層106が配置される。基板101は、絶縁性または導電性基板、例えばサファイアまたは炭化シリコン(SiC)基板であっても良い。また、基板101は、その上部面及び/又は下部面がパターニングされた基板であっても良い。

50

## 【0020】

半導体層106は、下部半導体層105、下部半導体層105の一領域上に位置する上部半導体層109、及び下部半導体層105と上部半導体層109との間に介在する活性層107を含む。ここで、下部半導体層105及び上部半導体層109はそれぞれ、n型及びp型、またはp型及びn型である。

## 【0021】

下部半導体層105、活性層107及び上部半導体層109はそれぞれ、窒化ガリウム系列の半導体物質、即ち(B、Al、In、Ga)Nで形成されることが出来る。活性層107は、要求される波長の光、例えば、紫外線または青色光を放射するよう組成元素及び組成比が決められ、下部半導体層105及び上部半導体層109は、活性層107に比べてバンドギャップエネルギーが大きい物質で形成される。

10

## 【0022】

前記下部半導体層105及び/または上部半導体層109は、図に示すように、単一層に形成されても良く、多層構造に形成されても良い。また、活性層107は、単一量子井戸構造または多重量子井戸構造を有することができる。

## 【0023】

一方、半導体層106と基板101との間に、バッファ層103を介在させることができる。バッファ層103は、基板101と、その上に形成される下部半導体層105との格子不整合を緩和するために採択される。

## 【0024】

半導体層106の側壁は、基板101の上部面に対して傾斜して形成され、上に行くほど幅が狭くなる。側壁の傾斜は、活性層107から発生した光の放射効率を向上させる。本実施形態において、半導体層106の下部半導体層105の側壁が基板101の上部面となす傾斜角は、10～80度の角度の範囲内である。

20

## 【0025】

一方、下部半導体層105に、電極パッド119が形成される。電極パッド119は、下部半導体層105とオーミックコンタクト(ohmic contact)される。そして、配線(図示せず)が、電極パッド119に接合され、下部半導体層105に電氣的に接続される。

## 【0026】

また、透明電極層115が、上部半導体層109に形成されうる。透明電極層115は、活性層107から発生した光を透過させ、上部半導体層109に配分方法により電流を供給する。一方、透明電極層115上に、電極パッド117がさらに形成することができ、ワイヤ(図示せず)が、電極パッド117にボンディングされる。

30

## 【0027】

図3～図5は、本発明の望ましい実施形態による発光ダイオードの製造方法を説明するための断面図であり、図6は、本発明の望ましい実施形態による発光ダイオードの製造方法を説明するためのフロー図である。

## 【0028】

図6を参照すると、まず、実施形態による発光ダイオード100を製造するために、基板101を用意する(ステップS201)。基板101は、例えばサファイア基板または炭化シリコン基板であっても良い。

40

## 【0029】

続いて、基板101上に、半導体層を形成する(ステップS203)。図3を参照すると、基板101上に、下部半導体層105、活性層107及び上部半導体層109が順次に形成される。また、下部半導体層105を形成する前に、基板101上に、バッファ層103を形成することができる。

## 【0030】

前記基板101は、サファイア( $Al_2O_3$ )、炭化シリコン(SiC)、酸化亜鉛(ZnO)、シリコン(Si)、ガリウムヒ素(GaAs)、ガリウムリン(GaP)、リ

50

チウム - アルミナ ( $\text{LiAl}_2\text{O}_3$ )、窒化ホウ素 ( $\text{BN}$ )、窒化アルミニウム ( $\text{AlN}$ )、または窒化ガリウム ( $\text{GaN}$ ) 基板であっても良いが、これに限定されるのではなく、基板 101 上に形成される半導体層の物質によって多様に選択することができる。

#### 【0031】

バッファ層 103 は、基板 101 と、その上に形成される半導体層 105 との格子不整合を緩和するために形成され、例えば窒化ガリウム ( $\text{GaN}$ ) または窒化アルミニウム ( $\text{AlN}$ ) で形成することができる。基板 101 が、導電性基板である場合、バッファ層 103 は、絶縁層または半絶縁層で形成することが望ましく、 $\text{AlN}$ 、または半絶縁  $\text{GaN}$  で形成することができる。

#### 【0032】

下部半導体層 105、活性層 107 及び上部半導体層 109 はそれぞれ、窒化ガリウム系列の半導体物質、即ち ( $\text{B}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{In}$ 、 $\text{Ga}$ )  $\text{N}$  で形成することができる。下部半導体層 105、上部半導体層 109 及び活性層 107 は、金属有機化学気相蒸着 ( $\text{MOCVD}$ )、分子線成長 ( $\text{Molecular beam epitaxy}$ ) または水素化物気相成長 ( $\text{hydride vapor phase epitaxy}$ ;  $\text{HVPE}$ ) 技術などにより、断続的または連続的に成長させることができる。

#### 【0033】

ここで、下部半導体層 105 及び上部半導体層 109 はそれぞれ、 $n$  型及び  $p$  型、または  $p$  型及び  $n$  型である。窒化ガリウム系列の化合物半導体層において、 $n$  型半導体層は、不純物として、例えばシリコン ( $\text{Si}$ ) をドーピングして形成することができ、 $p$  型半導体層は、不純物として、例えばマグネシウム ( $\text{Mg}$ ) をドーピングして形成することができる。

#### 【0034】

上部半導体層 109 上に、発光領域を規定するフォトレジストパターン 113 を形成する (ステップ S207)。フォトレジストパターン 113 は、発光領域の上部面を覆うように形成される。一方、その側壁が基板 101 の上部面に対して傾くように、フォトレジストパターン 113 に対し、リフロー ( $\text{reflow}$ ) 工程がなされる。これによって、フォトレジストパターン 113 の側壁が、基板 101 の上部面に対して、 $10 \sim 80$  度の角度の範囲内の傾斜角を有するように形成される。

#### 【0035】

一方、フォトレジストパターン 113 を形成する前に、発光領域を規定するエッチング停止パターン 111 を形成することができる (ステップ S205)。エッチング停止パターン 111 は、下部半導体層 105、活性層 107、上部半導体層 109 をエッチングするエッチャントとして、低いエッチング選択特性を有する物質で形成することが望ましく、例えば、金属物質で形成することができる。

#### 【0036】

続いて、フォトレジストパターン 113 をエッチングマスクとして使用し、上部半導体層 109、活性層 107 及び下部半導体層 105 を順次にエッチングする (ステップ S209)。これによって、フォトレジストパターン 113 の形状が、上部半導体層 109、活性層 107、下部半導体層 105 に転写され、図 4 に示すように、その側壁が傾いた半導体層 106 が形成される。エッチング工程によって、バッファ層 103 が露出し、露出したバッファ層 103 は、オーバーエッチングによって除去される。

#### 【0037】

図 5 を参照すると、フォトレジストパターン 113 及びエッチング停止パターン 111 を除去し、上部半導体層 109 及び活性層 107 をさらにパターンニングし、エッチングされた下部半導体層 105 を露出させる (ステップ S211)。この時、露出した下部半導体層 105 は、オーバーエッチングによって、部分的にエッチングされる。その結果、基板 101 上に傾いた側壁を有する半導体層 106 が形成される。

半導体層 106 は、下部半導体層 105、下部半導体層 105 の一領域の上部に位置する上部半導体層 109、及び下部半導体層 105 と上部半導体層 109 との間に介在する

10

20

30

40

50

活性層 107 を含み、下部半導体層 105 の他の領域は露出する。また、半導体層 106 の側壁の殆どは、基板 101 の上部面に対して傾斜して形成される。一方、下部半導体層 105 の他の領域と隣接した上部半導体層 109 の側壁は、図に示すように、垂直に形成しても良いが、傾斜して形成しても良い。

【0038】

図5を参照すると、次に金属配線を形成する(ステップS213)。

半導体層 106 の上部半導体層 109 上に、透明電極層 115 を形成することができる。透明電極層 115 は、インジウムスズ酸化膜(ITO)またはNi/Auのような透明金属で形成される。また、下部半導体層 105 上に、電極パッド 119 を形成することができる。電極パッド 119 は、下部半導体層 105 とオーミックコンタクトされる。

10

【0039】

透明電極層 115 は、フォトリジストパターン 113 を形成する前に、上部半導体層 109 上に形成することもできる。この時、透明電極層 115 は、上部半導体層と共にパターンニングされる。

【0040】

一方、透明電極層 115 上に、電極パッド 117 がさらに形成することができ、ワイヤが、電極パッド 117、119 にボンディングされる。

【0041】

尚、本発明は、上述の実施形態に限られるものではない。本発明の技術的範囲から逸脱しない範囲内で多様に変更実施することが可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】一般の発光ダイオードを説明するための断面図である。

【図2】本発明の望ましい実施形態によって製造される発光ダイオードの断面図である。

【図3】本発明の望ましい実施形態による発光ダイオードの製造方法を説明するための断面図である。

【図4】本発明の望ましい実施形態による発光ダイオードの製造方法を説明するための断面図である。

【図5】本発明の望ましい実施形態による発光ダイオードの製造方法を説明するための断面図である。

30

【図6】本発明の望ましい実施形態による発光ダイオードの製造方法を説明するためのフロー図である。

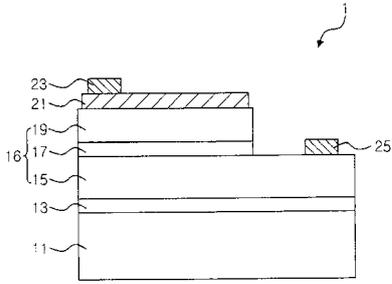
【符号の説明】

【0043】

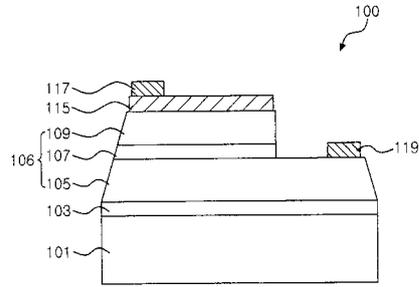
100	発光ダイオード
101	基板
103	バッファ層
105	下部半導体層
106	半導体層
107	活性層
109	上部半導体層
111	エッチング停止パターン
113	フォトリジストパターン
115	透明電極層
117、119	電極パッド

40

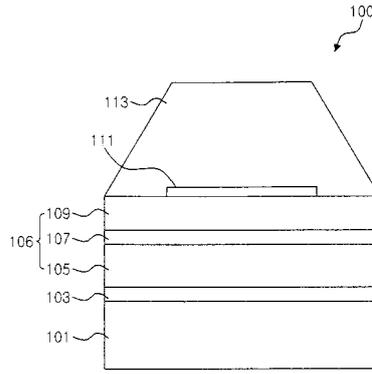
【図1】



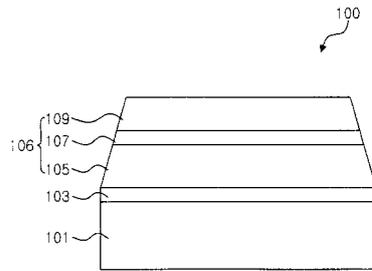
【図2】



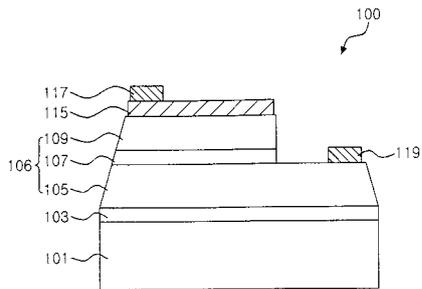
【図3】



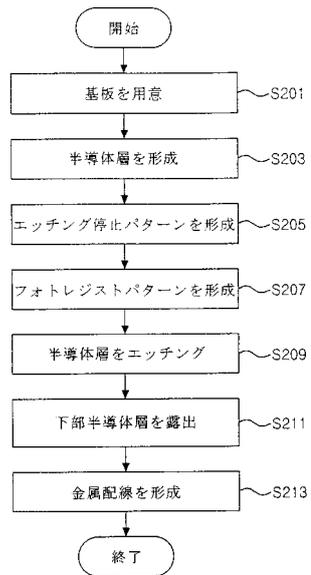
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 尹 麗 鎮

大韓民国 京畿道 安山市 常緑区 四洞 1553 スプソクマウルアパート 101-1505

(72)発明者 李 在 皓

大韓民国 京畿道 龍仁市 水枝区 星福洞 309 エルジ3次アパート 309-1405

審査官 中澤 真吾

(56)参考文献 特開2004-071644(JP,A)

特開2003-287603(JP,A)

特開2006-054381(JP,A)

国際公開第04/070844(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00-33/64