

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-142420

(P2007-142420A)

(43) 公開日 平成19年6月7日(2007.6.7)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
 H O 1 L 33/00 (2006.01) H O 1 L 33/00 C 5 F O 4 1

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 8 頁)

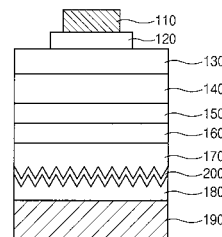
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(21) 出願番号 特願2006-309004 (P2006-309004)<br/>                 (22) 出願日 平成18年11月15日 (2006.11.15)<br/>                 (31) 優先権主張番号 10-2005-0108872<br/>                 (32) 優先日 平成17年11月15日 (2005.11.15)<br/>                 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)</p> | <p>(71) 出願人 591003770<br/>                 三星電機株式会社<br/>                 大韓民国京畿道水原市靈通區梅灘3洞314番地<br/>                 (74) 代理人 100118762<br/>                 弁理士 高村 順<br/>                 (72) 発明者 テソン チャン<br/>                 大韓民国, キョンギード, スウォン-シ, ヨントン-グ, メンボードン, スサンヨン Apt., 102-1902<br/>                 (72) 発明者 スヨル リ<br/>                 大韓民国, キョンギード, ソンナム-シ, プンダン-グ, クムゴクトン, チョンソルメウル ヨンナム Apt., 103-804</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

(54) 【発明の名称】 垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子

(57) 【要約】

【課題】 外部量子効率の改善効果を極大化し、電流分散効果を向上させて高出力特性を確保する垂直構造の窒化ガリウム系LED素子を提供する。

【解決手段】 発光素子は、n型ボンディングパッド110と、前記n型ボンディングパッドの下面に形成されたn型反射電極120と、前記n型反射電極の下面に形成されたn型透明電極130と、前記n型透明電極の下面に形成されたn型窒化ガリウム層140と、前記n型窒化ガリウム層の下面に形成された活性層150と、前記活性層の下面に形成されたp型窒化ガリウム層160と、前記p型窒化ガリウム層の下面に形成され、前記p型窒化ガリウム層と接しない面が凹凸状のプロフィールを有するp型電極170と、前記p型電極の下面に前記p型電極の凹凸状の表面に沿って形成されたp型反射電極200と、前記p型反射電極の下面に形成された構造支持層190と、を備える。



【選択図】 図2

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

n 型ボンディングパッドと、  
前記 n 型ボンディングパッドの下面に形成された n 型反射電極と、  
前記 n 型反射電極の下面に形成された n 型透明電極と、  
前記 n 型透明電極の下面に形成された n 型窒化ガリウム層と、  
前記 n 型窒化ガリウム層の下面に形成された活性層と、  
前記活性層の下面に形成された p 型窒化ガリウム層と、  
前記 p 型窒化ガリウム層の下面に形成され、前記 p 型窒化ガリウム層と接しない面が凹凸状のプロフィールを有する p 型電極と、  
前記 p 型電極の下面に前記 p 型電極の凹凸状の表面に沿って形成された p 型反射電極と

10

前記 p 型反射電極の下面に形成された構造支持層と、  
を備える垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子。

## 【請求項 2】

前記 p 型電極は、透明層からなることを特徴とする請求項 1 に記載の垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子。

## 【請求項 3】

前記透明層は、透明導電性酸化物 (TCO) または Ni / Au からなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子。

20

## 【請求項 4】

前記透明導電性酸化物 (TCO) は、錫、亜鉛、銀、マグネシウム、銅及びアルミニウムからなるグループから選択された 1 つ以上の元素を酸化インジウムに添加して形成される混合物であることを特徴とする請求項 3 に記載の垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子。

## 【請求項 5】

前記 p 型窒化ガリウム層と前記 p 型電極との間の界面に形成された接着層をさらに備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子。

## 【請求項 6】

前記接着層は、透明層からなり、前記 p 型電極を構成する物質と異なる物質からなることを特徴とする請求項 5 に記載の垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子。

30

## 【請求項 7】

前記接着層は、酸化インジウムに錫、亜鉛、銀、マグネシウム、銅及びアルミニウムからなるグループから選択された 1 つ以上の元素を添加して形成される混合物からなり、前記 p 型電極をなす透明導電性酸化物 (TCO) と添加する元素を異にしてなることを特徴とする請求項 6 に記載の垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子。

## 【請求項 8】

前記接着層は、酸化インジウムに錫、亜鉛、銀、マグネシウム、銅及びアルミニウムからなるグループから選択された 1 つ以上の元素を添加して形成される混合物からなり、前記 p 型電極をなす TCO と添加する元素の添加量を異にしてなることを特徴とする請求項 6 に記載の垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子。

40

## 【請求項 9】

前記接着層は、1 ~ 200 の範囲の厚さを有することを特徴とする請求項 5 ~ 8 のいずれか一項に記載の垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子。

## 【請求項 10】

前記構造支持層が、メッキ結晶核を用いた電解メッキまたは無電解メッキ法によって形成されたことを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子。

## 【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、垂直構造（垂直電極型）の窒化ガリウム系（GaN）発光ダイオード（Light Emitting Diode；以下、LEDという）素子及びその製造方法に関し、特に、光抽出効率を高めて外部量子効率を増大させることができる垂直構造の窒化ガリウム系LED素子に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、窒化ガリウム系LEDは、サファイア基板上に成長するが、かかるサファイア基板は硬く、電氣的に不導体であり、熱伝導特性がよくないことから、窒化ガリウム系LEDのサイズを減らして製造原価を低減するのに限界があり、また光出力及びチップの特性を改善させるのにも限界がある。特に、LEDの高出力化のためには、大電流印加が必須となっているため、LEDの熱放出問題を解決することが重要である。上記のような問題を解決するための手段として、従来は、レーザリフトオフ（Laser Lift-Off；以下、LLOという）を用いてサファイア基板を除去した垂直構造の窒化ガリウム系LED素子が提案されている。

10

## 【0003】

以下に、図を参照して従来技術に係る垂直構造の窒化ガリウム系LED素子について詳細に説明する。

## 【0004】

図1は、従来技術に係る垂直構造の窒化ガリウム系LED素子の構造を示す断面図である。

20

## 【0005】

同図に示すように、従来技術に係る垂直構造の窒化ガリウム系LED素子は、n型ボンディングパッド110と、前記n型ボンディングパッド110の下面に形成されたn型反射電極120と、前記n型反射電極120の下面に形成されて電流拡散効率を向上させるn型透明電極130と、前記n型透明電極130の下面に形成されているn型窒化ガリウム層140と、前記n型窒化ガリウム層140の下面に形成されている活性層150と、前記活性層150の下面に形成されているp型窒化ガリウム層160と、前記p型窒化ガリウム層160の下面に形成されているp型電極170と、前記p型電極170の下面に形成された構造支持層190とを備える。

30

## 【0006】

符号180は、構造支持層190が電解メッキまたは無電解メッキ法によって形成されるとき、メッキ工程において、メッキ結晶核の役割を果たすメッキシード層（seed layer）である。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

ところが、従来技術に係る垂直構造の窒化ガリウム系LED素子は、前記p型窒化ガリウム層の下面に形成されたp型電極がCr/Auからなっているため、活性層で発光する光の一部を吸収したり、または全反射させたりして、素子の全体的な発光効率を低下するという問題がある。

40

## 【0008】

本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、p型電極を、表面が凹凸状であるプロフィールを有する透明層で形成することにより、外部量子効率の改善効果を極大化し、電流分散効果を向上させて高出力特性を確保する垂直構造の窒化ガリウム系LED素子を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

上記目的を達成すべく、本発明の垂直構造の窒化ガリウム系発光ダイオード素子によれ

50

ば、n型ボンディングパッドと、前記n型ボンディングパッドの下面に形成されたn型反射電極と、前記n型反射電極の下面に形成されたn型透明電極と、前記n型透明電極の下面に形成されたn型窒化ガリウム層と、前記n型窒化ガリウム層の下面に形成された活性層と、前記活性層の下面に形成されたp型窒化ガリウム層と、前記p型窒化ガリウム層の下面に形成され、前記p型窒化ガリウム層と接しない面が凹凸状のプロフィールを有するp型電極と、前記p型電極の下面に前記p型電極の凹凸状の表面に沿って形成されたp型反射電極と、前記p型反射電極の下面に形成された構造支持層とを備える。

【0010】

また、前記本発明の垂直構造の窒化ガリウム系LED素子では、前記p型電極は、透明層からなることが好ましく、さらに好ましくは、透明導電性酸化物(Transparent Conductive Oxide; 以下、TCOという)またはNi/Auからなる。前記TCOは、錫、亜鉛、銀、マグネシウム、銅及びアルミニウムからなるグループから選択された1つ以上の元素を酸化インジウムに添加して形成された混合物を用いることが好ましい。

10

【0011】

また、前記本発明の垂直構造の窒化ガリウム系LED素子では、前記p型窒化ガリウム層と前記p型電極との間の界面に形成された接着層をさらに備えることが好ましい。

【0012】

また、前記本発明の垂直構造の窒化ガリウム系LED素子では、前記接着層は透明層からなり、前記p型電極を構成する物質と異なる物質からなることが好ましい。

20

【0013】

また、前記本発明の垂直構造の窒化ガリウム系LED素子では、前記接着層は、透明なNi/Auからなり、または、酸化インジウムに錫、亜鉛、銀、マグネシウム、銅及びアルミニウムからなるグループから選択された1つ以上の元素を添加して形成される混合物からなり、前記TCOと添加する元素を異にしてなり、または、酸化インジウムに錫、亜鉛、銀、マグネシウム、銅及びアルミニウムからなるグループから選択された1つ以上の元素を添加して形成される混合物からなり、前記TCOと添加する元素の添加量を異にしてなることが好ましい。

【0014】

また、前記本発明の垂直構造の窒化ガリウム系LED素子では、前記接着層は、厚さが増加するほど透過率が減少するため、1 ~ 200 の範囲の厚さを有することが好ましい。

30

【0015】

また、前記本発明の垂直構造の窒化ガリウム系LED素子では、前記構造支持層が、前記構造支持層と接する前記p型反射電極の表面が凹凸状になっているため、メッキ結晶核を用いた電解メッキまたは無電解メッキ法によって形成することが好ましい。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、p型電極表面を凹凸状のプロフィールを有するように形成することにより、活性層で発光する光の一部がp型電極に吸収または散乱されて消滅することを最小化して光抽出効率を向上させ、外部量子効率の改善効果を極大化させることができる。

40

【0017】

本発明によれば、前記p型電極を透明層に形成し電流拡散効果を向上させ、高出力特性を確保することができる。

【0018】

したがって、本発明は、垂直構造の窒化ガリウム系LED素子の特性及び信頼性を向上させることができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の好ましい実施の形態を、添付図面に基づき詳細に説明する。

50

## 【0020】

図において複数の層及び領域を明確に表現するために厚さを拡大して表した。明細書の全体において類似の構成要素については同一の符号を付している。

## 【0021】

以下に、本発明の一実施の形態に係る垂直構造の窒化ガリウム系LED素子について、図2を参照して詳しく説明する。

## 【0022】

図2は、本発明の一実施の形態に係る垂直構造の窒化ガリウム系LED素子の構造を示す断面図である。

## 【0023】

同図に示すように、本発明に係る垂直構造の窒化ガリウム系LED素子の最上部には、外部素子と電気的に連結するためのn型ボンディングパッド110が形成されている。

## 【0024】

前記n型ボンディングパッド110の下面には、光効率を向上させるためのn型反射電極120が形成されている。

## 【0025】

前記n型反射電極120の下面には、n型窒化ガリウム層140が形成されており、さらに詳しくは、前記n型窒化ガリウム層140は、n型不純物ドーピングされたGaN層またはGaN/AlGaN層で形成されることができる。

## 【0026】

一方、電流拡散現象を向上させるために、本発明は、前記n型反射電極120と前記n型窒化ガリウム層140との間の界面にはn型透明電極130をさらに備えている。

## 【0027】

前記n型窒化ガリウム層140の下面には、活性層150及びp型窒化ガリウム層160が下へ順次積層されて、窒化ガリウム系LED構造物をなす。

## 【0028】

前記窒化ガリウム系LED構造物のうちの活性層140は、InGaN/GaN層から構成された多重量子井戸構造(Multi-Quantum Well)で形成することができ、前記p型窒化ガリウム層160は、前記n型窒化ガリウム層140と同様に、p型不純物がドーピングされたGaN層またはGaN/AlGaN層で形成することができる。

## 【0029】

前記窒化ガリウム系LED構造物のp型窒化ガリウム層160の下面には、p型電極170が形成されている。前記p型電極170は、透明層からなることが好ましく、さらに好ましくは、TCOまたはNi/Auからなる。前記TCOは、錫、亜鉛、銀、マグネシウム、銅及びアルミニウムからなるグループから選択された1つ以上の元素を酸化インジウムに添加して形成された混合物を用いることが好ましい。

## 【0030】

すなわち、本発明に係るp型電極170は、従来の技術によってCr/Auからなるp型電極とは異なり、TCOまたはNi/Auのような透明層からなっているため、前記活性層で発光する光の一部がp型電極に吸収されて消滅される光の量を最小化して発光効率を向上させることができると共に、電流拡散効果をさらに向上させることができるという利点がある。

## 【0031】

また、前記p型電極170は、前記p型窒化ガリウム層160と接しない面、すなわち、p型電極170の下面が凹凸状のプロフィールを有するように形成されており、これにより活性層で発光する光を散乱させるため、外部量子効率を極大化することができる。

## 【0032】

一方、図示していないが、本発明は、前記p型電極170とp型窒化ガリウム層160の接着力を向上させるために、前記p型電極170と前記p型窒化ガリウム層160との

10

20

30

40

50

間の界面に形成された接着層をさらに含むことができる。前記接着層は、厚さが増加するほど透過率が減少するため、1 ~ 200 の範囲の厚さを有することが好ましい。

【0033】

また、前記接着層は、透明層からなり、前記p型電極170を構成する物質と異なる物質からなることが好ましい。さらに詳しくは、前記接着層は優れた接着力を得るために、酸化インジウムに錫、亜鉛、銀、マグネシウム、銅及びアルミニウムからなるグループから選択された1つ以上の元素を添加して形成される混合物からなり、前記TCOと添加する元素を異にしてなり、または、前記TCOと添加する元素の添加量を異にしてなることが好ましい。

【0034】

また、前記p型電極170の下面に、前記p型電極170の凹凸状の表面に沿って、p型反射電極200が形成されている。すなわち、前記p型反射電極200は、前記p型電極170の凹凸状の表面に沿って形成されているため、p型反射電極200も凹凸状のプロフィールを有することになり、前記活性層で発光する光が全反射されて損失されることを防止する役割を果たす。

【0035】

前記p型反射電極200の下面には、メッキシード層180を用いて電解メッキまたは無電解メッキして形成されたメッキ層からなる構造支持層190が形成されている。

【0036】

一方、本実施形態では、前記構造支持層190としてメッキシード層180を結晶核として用いて形成されたメッキ層を説明しているが、これに限られるものではなく、前記構造支持層は、最終的なLED素子の支持層及び電極としての役割を行うものであって、シリコン(Si)基板、GaAs基板、Ge基板または金属層などからなり得る。

【0037】

また、前記金属層は、熱蒸着(Thermal evaporation)、電子線蒸着(e-beam evaporation)、スパッタ(Sputtering)、化学気相蒸着(Chemical Vapor Deposition; CVD)などの方式により形成されたものが使用可能である。

【0038】

上述した本発明の好ましい実施の形態は、例示の目的のために開示されたものであり、本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で、様々な置換、変形、及び変更を行うことが可能であり、このような置換、変更などは、特許請求の範囲に属するものである。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】従来の技術に係る垂直構造の窒化ガリウム系LED素子の構造を示す断面図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係る垂直構造の窒化ガリウム系LED素子の構造を示す断面図である。

【符号の説明】

【0040】

- 110 n型ボンディングパッド
- 120 n型反射電極
- 130 n型透明電極
- 140 n型窒化ガリウム層
- 150 活性層
- 160 p型窒化ガリウム層
- 170 p型電極
- 180 メッキシード層
- 190 支持構造層

10

20

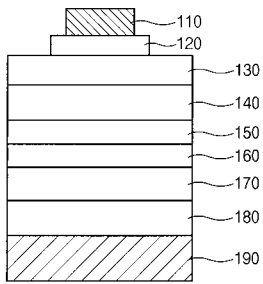
30

40

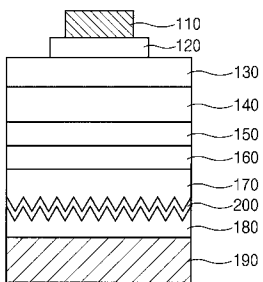
50

200 p型反射電極

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ビルゲン カン

大韓民国, キョンギ - ド, スウォン - シ, ヨントン - グ, ヨントン - ドン, ファンゴル メウル  
2 - ダンジ シンミョン Apt . , 2 0 1 - 6 0 6

(72)発明者 テジュン キム

大韓民国, キョンギ - ド, ピョンテク - シ, コドンミョン, チャギョ - リ, 3 8 9 - 5

Fターム(参考) 5F041 AA03 CA05 CA40 CA85 CA88 CA92