(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5674639号
(P5674639)
(45)発行日　平成27年2月25日(2015.2.25)　(24)登録日　平成27年1月9日(2015.1.9)

(51)Int.Cl.　　F I
H01L 33/32 (2010.01)　　H01L 33/00 １８６
H01L 33/22 (2010.01)　　H01L 33/00 １７２

請求項の数 7　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2011-502849 (P2011-502849)
(86)(22)出願日　平成21年3月16日 (2009.3.16)
(65)公表番号　特表2011-518432 (P2011-518432A)
(43)公表日　平成23年6月23日 (2011.6.23)
(86)国際出願番号　PCT/KR2009/001303
(87)国際公開番号　WO2009/123401
(87)国際公開日　平成21年10月8日 (2009.10.8)
審査請求日　平成24年3月9日 (2012.3.9)
(31)優先権主張番号　10-2008-0030966
(32)優先日　平成20年4月2日 (2008.4.2)
(33)優先権主張国　韓国 (KR)

(73)特許権者　510039426
エルジー　イノテック　カンパニー　リミテッド
大韓民国，１００－７１４，ソウル，チュン－ク，ハンガン－デロ，４１６，ソウル　スクエア
(74)代理人　100146318
弁理士　岩瀬　吉和
(74)代理人　100114188
弁理士　小野　誠
(74)代理人　100119253
弁理士　金山　賢教
(74)代理人　100129713
弁理士　重森　一輝

最終頁に続く

(54)【発明の名称】発光素子及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１導電型半導体層と、前記第１導電型半導体層上に発光層と、前記発光層上に保護層と、前記保護層上にナノ層と、前記ナノ層上に第２導電型半導体層と、を含み、
前記ナノ層はナノ構造物を有する層であり、
前記第２導電型半導体層の上部表面が凹凸形状に形成され、
前記保護層は窒化物半導体層を含み、
前記ナノ構造物は前記第２導電型半導体層によって露出されず、
前記第２導電型半導体層は、前記ナノ層上に位置する凹部、及び、前記ナノ層の間に位置する凸部を有する発光素子。
【請求項２】
前記保護層は５ｎｍ～１００ｎｍの厚さに形成される請求項１に記載の発光素子。
【請求項３】
前記第２導電型半導体層は前記保護層と接する請求項１又は２に記載の発光素子。
【請求項４】
前記第１導電型半導体層は電子注入層であり、前記第２導電型半導体層は正孔注入層である請求項１～３のいずれかに記載の発光素子。
【請求項５】
前記第１導電型半導体層は正孔注入層であり、前記第２導電型半導体層は電子注入層である請求項１～３のいずれかに記載の発光素子。

【請求項６】
前記第１導電型半導体層の下に第１電極層を含む請求項１～５のいずれかに記載の発光素子。
【請求項７】
第１導電型半導体層を形成する段階と、前記第１導電型半導体層上に発光層を形成する段階と、前記発光層上に保護層を形成する段階と、前記保護層上にナノ層を形成する段階と、前記ナノ層上に第２導電型半導体層を形成する段階と、を含み、
前記ナノ層はナノ構造物を有する層であり、
前記第２導電型半導体層の上部表面が凹凸形状に形成され、
前記保護層は窒化物半導体層を含み、
前記ナノ構造物は前記第２導電型半導体層によって露出されず、
前記第２導電型半導体層は、前記ナノ層上に位置する凹部、及び、前記ナノ層の間に位置する凸部を有する発光素子の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は発光素子及びその製造方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
発光素子(Light Emitting Device: LED)は電流を光に変換する半導体素子として、赤色ＬＥＤの商品化をきっかけに緑色ＬＥＤとともに情報通信機器などの電子装置の光源として用いられている。
【０００３】
発光素子の発光効率を向上させるための方法としては次の二種が提案されている。１つは、発光層において注入された電子と正孔の発光結合確率を増大させることで、内部量子効率を高める方法と、他の１つは、発光層から形成された光が効果的に外部に抽出されるように、光抽出効率を増大させる方法がある。
【０００４】
しかしながら、光抽出効率を増大させるために正孔注入層の界面に凹凸を形成する方法は、内部量子効率を増大させることができない問題点がある。従って、内部量子効率を向上させながら、同時に光抽出効率を向上させることができる方法が求められている。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
本発明は内部量子効率と光抽出効率を向上させることができる発光素子及びその製造方法を提供する。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明の発光素子は第１導電型半導体層と、前記第１導電型半導体層上に発光層と、前記発光層上に保護層と、前記保護層上にナノ層と、前記ナノ層上に第２導電型半導体層と、を含む。
【０００７】
また、本発明の発光素子の製造方法は第１導電型半導体層を形成する段階と、前記第１導電型半導体層上に発光層を形成する段階と、前記発光層上に保護層を形成する段階と、前記保護層上にナノ層を形成する段階と、前記ナノ層上に第２導電型半導体層を形成する段階と、を含む。
【発明の効果】
【０００８】
本発明の発光素子及びその製造方法は、光抽出効率を増大させると共に内部量子効率を増大させることで、光素子の外部量子効率を極大化して高光度の窒化ガリウム発光素子を

提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【０００９】
【図１】第１実施例に係わる発光素子の断面図。
【図２】第２実施例に係わる発光素子の断面図。
【図３】第３実施例に係わる発光素子の断面図。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
以下、添付された図面を参照して本発明を詳しく説明する。
【００１１】
本発明の実施例の説明において、各層(膜)、領域、パターン又は構造物が基板、各層(膜)、領域、パッド又はパターンの「上」に又は「下」に形成されると記載される場合、「上」と「下」は直接又は他の層を介在して形成されるものも含む。また、各層の「上」又は「下」の基準は図面を基準として説明する。なお、図面において、各層の厚さや大きさは、説明の便宜及び明確性を図り、誇張、省略又は概略的に図示されている。また、各構成要素の大きさは実際の大きさを全面的に反映するものではない。
【００１２】
＜第１実施例＞
図１は第１実施例に係わる発光素子の断面図である。
【００１３】
第１実施例に係わる発光素子は、図１のように、第１導電型半導体層１１と、前記第１導電型半導体層１１上に形成された発光層１３と、前記発光層１３上に形成された保護層１５と、前記保護層１５上に形成されたナノ層１７と、前記ナノ層１７上に形成された第２導電型半導体層１９を含む。
【００１４】
前記第１導電型半導体層１１は電子注入層からなり、前記第２導電型半導体層１９は正孔注入層からなる。また前記第１導電型半導体層１１は正孔注入層からなり、前記第２導電型半導体層１９は電子注入層からなる。以下、前記第１導電型半導体層１１が電子注入層からなり、前記第２導電型半導体層１９が正孔注入層から形成されたものを例として説明するが、これに限定されるものではない。
【００１５】
前記第１導電型半導体層１１、前記発光層１３、前記第２導電型半導体層１９は窒化物半導体層からなることができ、これに限定されるものではない。前記窒化物半導体層はIII－V族窒化物半導体層からなることができる。前記発光層１３は単一量子井戸構造、または多重量子井戸構造からなることができる。
【００１６】
前記第２導電型半導体層１９の上部表面は凹凸形状に形成される。これによって、前記発光層１３から発光された光を外部に抽出する光抽出効率を向上させることができる。
【００１７】
前記保護層１５はアルミニウムを含むIII－V族窒化物半導体層を少なくとも１つ含むように形成される。前記ナノ層１７は所定の形状にパターニングされて形成される。前記ナノ層１７が形成されない領域では、下部に位置する前記保護層１５が露出する。これによって、以後形成される第２導電型半導体層１９は前記保護層１５と接して形成される。
【００１８】
前記ナノ層１７は、外部刺激によって容易に電子が放出される負の誘電率を有する金属の１つ以上を含んでなることができる。
【００１９】
例えば、前記ナノ層１７は伝導性電子を含む単一金属、或いは前記単一金属を含む金属合金または前記単一金属を含む金属窒化物からなることができる。例えば、前記ナノ層１７は白金(Pt)、パラジウム(Pd)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、チタニウム(Ti)、タンタル

(Ta)、タングステン(W)、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、金(Au)、銅(Cu)、ガリウム(Ga)、インジウム(In)、鉄(Fe)、亜鉛(Zn)、錫(Sn)、コバルト(Co)、ルテニウム(Ru)、ジルコニウム(Zr)、バナジウム(V)、ハフニウム(Hf)、モリブデン(Mo)を含むグループから選択されるいずれか１つの単一金属、或いは前記単一金属を含む金属合金または前記単一金属を含む金属窒化物からなることができる。

【００２０】

本実施例によれば、ナノ層であるナノマスクによって第２導電型半導体層の表面形状を制御する。これによって、伝導性ナノマスクを用いることで、発光素子に低い電気抵抗特性を提供することができる。また、ナノマスクが持つ表面プラズモンと発光層内のエキシトンの間の相互作用によって、内部量子効率を著しく高めることができる。

【００２１】

従って、本発明の発光素子及びその製造方法は、従来の窒化ガリウム薄膜表面形状の制御技術の根本的問題点を効果的に克服し、光抽出効率の増大と共に内部量子効率を増大させることで、光素子の外部量子効率を極大化して高光度の窒化ガリウム発光素子を提供することができる。

【００２２】

＜第２実施例＞

図２は第２実施例に係わる発光素子の断面図である。第２実施例は水平型発光素子に対する断面図だが本発明がこれに限定されるものではない。以下図２を参照して第２実施例に係わる発光素子構造と製造方法を説明する。

【００２３】

基板２０上に第１導電型半導体層２１を形成する。前記第１導電型半導体層２１は電子注入層からなることができる。前記電子注入層は、高品質な電子伝導性窒化ガリウム系の薄膜層($Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$、$0 \leqq x$、$y \leqq 1$)からなることができる。前記基板２０は、異種基板の場合はSi、サファイア、SiC、ZnO或いは他の金属酸化物を用いることができ、同種基板の場合はGaN基板などを用いることができる。前記第１導電型半導体層２１は単一層、または組成が異なる多重層からなることができる。

【００２４】

次に、前記第１導電型半導体層２１上に発光層２３を形成する。前記発光層２３は窒化物半導体層からなることができる。前記発光層２３は前記第１導電型半導体層２１と第２導電型半導体層２９を通じて注入された電子と正孔が結合して光を生成する層である。前記発光層２３は窒化ガリウム系の単一薄膜層或は多重薄膜層からなることができる。電子と正孔が結合して光を生成する量子井戸の半導体エネルギーバンドギャップは量子障壁のエネルギーバンドギャップより小さく構成される。エネルギーバンドギャップの大きさは量子井戸と量子障壁に用いられる窒化ガリウム系薄膜層の組成を調節することで制御することができる。

【００２５】

次に、前記発光層２３上に保護層２５を形成する。前記保護層２５はナノ層２７の形成段階における化学的或は熱的エッチング及び酸化或は汚染より前記発光層２３を保護する。

【００２６】

前記保護層２５は窒化物半導体層からなることができるが、これに限定されるものではない。例えば、前記保護層２５は窒化ガリウム系の単一薄膜層または組成が異なる多重層からなることができる。また、前記保護層２５はアルミニウム(Al)を含む窒化ガリウム系の薄膜からなることができる。また、前記保護層２５が多重層からなる場合、少なくとも１つの層はアルミニウム(Al)を含む窒化ガリウム系の薄膜からなることができる。

【００２７】

前記保護層２５の厚さは１００ｎｍ以下にすることができる。前記保護層２５の厚さが薄いほど、前記ナノ層２７の表面プラズモンと前記発光層２３内のエキシトンの間の発光相互作用がより大きくなる。これによって、前記発光層２３での内部発光効率はより増大

する。表面プラズモンはナノ層２７である金属箔膜表面で起きる電子の集団的振動である。

【００２８】

前記発光層２３内で電子/正孔ペア、即ちエキシトンのエネルギーが金属の表面プラズモンエネルギーと等しい時、前記発光層２３内のエキシトンは窒化ガリウムと隣接している金属の表面プラズモンと強く相互作用する。この時、前記発光層２３内電子/正孔ペアは効果的に金属の表面プラズモンを励起させ、また励起されたプラズモンは効果的に光を放出する。

【００２９】

このような前記発光層２３内のエキシトンと金属表面プラズモンガンの強い相互作用は、結果的に前記発光層２３内でエキシトンの自発的な発光結合速度を高めることで、発光素子の内部発光量子効率を大きく増大させることができる。

【００３０】

本実施例は、パターニングされたナノメートルサイズの前記ナノ層２７の表面プラズモンが効果的に前記発光層２３の内部発光量子効率を増大させることができるように、前記保護層２５の厚さは１００ｎｍ或はその以下にすることができる。なお、前記保護層２５の結晶性が良く効果的に前記発光層２３を保護できるのであれば、その厚さは１０ｎｍ或はその以下にすることができる。

【００３１】

また、第２実施例は、前記ナノ層２７を利用して、前記保護層２５上に選択的に表面凹凸を有する第２導電型半導体層２９を高温で成長させることができる。この時、前記保護層２５の厚さが５ｎｍ以下の場合には、熱化学的エッチングより前記発光層２３を効果的に保護できなくなる。

【００３２】

次に、前記保護層２５上にナノ層２７を形成する。前記ナノ層２７は伝導性金属ナノマスクからなることができるが、これに限定されるものではない。前記ナノ層２７は金属ナノ層からなることができる。

【００３３】

例えば、前記ナノ層２７は伝導性電子を有する単一金属、或はその単一金属元素の少なくとも１つ以上を含む金属合金或は金属窒化物などからなることができる。

【００３４】

第２実施例で、前記伝導性電子を有する単一金属物質として白金(Pt)、パラジウム(Pd)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、チタニウム(Ti)、タンタル(Ta)、タングステン(W)、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、金(Au)、銅(Cu)、ガリウム(Ga)、インジウム(In)、鉄(Fe)、亜鉛(Zn)、錫(Sn)、コバルト(Co)、ルテニウム(Ru)、ジルコニウム(Zr)、バナジウム(V)、ハフニウム(Hf)、モリブデン(Mo)等を用いることができる。

【００３５】

前記ナノ層２７をなす物質は前記発光層２３から放出される光の波長に応じて選択することができる。第２実施例では、紫外線及び可視光線領域の光の波長に対して前記ナノ層２７は白金、パラジウム、クロム、ニッケル、コバルト、亜鉛、ガリウム、アルミニウム、銀、金、銅を含むグループから選択される物質からなることができる。或は、前記ナノ層２７は前記グループから少なくとも１つの物質が含まれる金属合金、または金属窒化物からなることができる。

【００３６】

銀のプラズモンエネルギーは約３.７６電子ボルト(eV)である。しかし、銀が窒化ガリウムと隣接している時は、その表面プラズモンエネルギーは略３電子ボルト程となる。この時、３電子ボルトは光の波長として約４１０ｎｍに対応するエネルギーである。表面プラズモンエネルギーは隣接している金属と誘電体の誘電率によって決定される。

【００３７】

金の場合は窒化ガリウムと隣接している時、その表面プラズモンエネルギーは約２.２

電子ボルト(略５６０ｎｍ波長)以下である。アルミニウムの場合はその表面プラズモンエネルギーが略５電子ボルト(略２５０ｎｍ波長)程となる。

【００３８】

従って、前記ナノ層２７の形成において、光の波長が４００ｎｍ程或はその以下の発光素子の場合には、アルミニウム、或はアルミニウムを含む金属合金、またはアルミニウムを含む金属窒化物を用いることができる。

【００３９】

光の波長が４００～５００ｎｍ領域である発光素子の場合は、銀、または銀を含む金属合金により前記ナノ層２７を形成することができる。光の波長が５００ｎｍ以上の発光素子の場合は、金または金を含む金属合金により前記ナノ層２７を形成することができる。

【００４０】

前記ナノ層２７は薄膜成長装備内、または薄膜成長装備の外で更なる工程を通じて形成することができる。

【００４１】

先ず、薄膜成長装備内で形成する方法は、前記保護層２５を成長させた後、該当金属物質の原料を装備の内部に注入してナノメートルサイズの金属粒子を形成する方法である。

【００４２】

ナノ金属粒子の大きさは１ｎｍ～３００ｎｍ程にすることができる。金属粒子の大きさが３００ｎｍ以上の場合には、後で成長される高品質の正孔注入層の面積が減少し、これによって、素子の信頼性が低下する。金属粒子の大きさが１ｎｍ以下の場合には、正孔注入層表面の凹凸が効果的に形成されない。

【００４３】

成長装備の温度が高い場合金属粒子の粒子形状は半球形状となる。成長温度が低い場合金属元素は前記保護層２５上に薄膜形態に形成される。このようなナノメートルサイズの薄膜形態の金属層は、成長装備の温度を上げて熱処理をすることで、ナノメートルサイズの金属粒子に変換させることができる。

【００４４】

次に、成長装備の外で前記ナノ層２７を形成する方法は、一般的なパターン製作工程によって行うことができる。即ち、誘電物質パターンの形成及び金属蒸着工程などによって形成することができる。

【００４５】

この場合、前記ナノ層２７は一定パターンを有するように形成される。外部金属蒸着工程によって前記保護層２５上にナノメートルサイズの金属薄膜層を蒸着した場合は、熱処理工程によって薄膜層を金属粒子形態に転換させることができる。

【００４６】

第２実施例によれば、前記ナノ層２７をなす物質は金属窒化物を含むことができる。金属窒化物は単一金属或は金属合金を、成長装備内で窒素ガス雰囲気下に露出させる窒化処理工程によって形成することができる。第２実施例によれば、前記窒化処理工程は前記ナノ層２７の一部または全部を金属窒化物に転換させることができる。

【００４７】

次に、前記ナノ層２７上に第２導電型半導体層２９を形成する。前記第２導電型半導体層２９は正孔注入層からなることができる。前記第２導電型半導体層２９は前記ナノ層２７の間に露出された前記保護層２５上に形成することができる。

【００４８】

この時、前記第２導電型半導体層２９の上部表面に凹凸が形成されるようにすることができる。前記第２導電型半導体層２９の表面凹凸は前記発光層２３から生成された光が効果的に薄膜の外に抽出されるようにし、素子の光抽出効率を著しく向上させることができる。

【００４９】

窒化ガリウム系の正孔注入層は、前記ナノ層２７上に蒸着されず、前記ナノ層２７の間

で露出された前記保護層２５上に優先的に形成される。そして、前記正孔注入層は、その厚さが前記ナノ層２７をなす金属粒子の高さより大きくなる時、厚さの増加と共に側面成長も行われる。正孔注入層のこのような側面成長は、金属ナノ粒子の一部または全体を覆うことができる。この時、正孔注入層の上部表面に凹凸が形成される。

【００５０】

一方、正孔注入層の上部表面に凹凸を形成するための方法として、シリコン窒化物(SiN)或はマグネシウム窒化物(MgN)等の絶縁体ナノマスクを用いることもできる。しかし、このような絶縁体ナノマスクを用いる場合には、凹凸を形成することはできるが素子の作動電圧を増加させる問題点がある。

【００５１】

従って、本発明は、絶縁体ナノマスクではなく、金属ナノマスクを利用して正孔注入層表面に凹凸を形成する。これによって、本発明によれば発光素子の作動電圧をより低下させることができるという利点がある。

【００５２】

本発明によれば、正孔注入層は金属の表面プラズモンエネルギーよりも大きいエネルギーバンドギャップを有し、P-型伝導性の金属酸化物からなることができる。例えば、P-型伝導性の金属酸化物としてはp-型亜鉛酸化物を用いることができる。

【００５３】

また、本発明は、正孔を均一かつ効果的に注入するために、表面凹凸を有する正孔注入層の上に透明金属酸化物層を形成することができる。透明金属酸化物としては亜鉛酸化物(ZnO)、ニッケル酸化物(NiO)またはインジウム錫酸化物(InSnO)等を用いることができる。

【００５４】

前記発光層２３から放出される光を吸収せずに正孔を効果的に均一に素子内に注入するために前記透明伝導性金属酸化物層を用いる場合は、表面凹凸を有する正孔注入層の最上位の層に０．２５ｎｍ～１０ｎｍの厚さの窒化物半導体オーミック層(図示しない)を形成することができる。前記窒化物半導体オーミック層は窒化ガリウム系の単一層或は多重層からなることができる。前記窒化物半導体オーミック層はインジウム(In)を含む窒化ガリウム系の物質からなることができる。前記窒化物半導体オーミック層はn-型ドーパントシリコン(Si)またはp-型ドーパントマグネシウム(Mg)を含むことができる。また、前記第１導電型半導体層２１の上には第１電極２２が形成され、前記第２導電型半導体層２９の上には第２電極２４が形成される。

【００５５】

本発明の発光素子は伝導性のパターニングされたナノ層を用いることで、発光素子に低い電気抵抗特性を提供することができる。また、パターニングされたナノ層が持つ表面プラズモンと発光層内のエキシトンの間の相互作用によって、内部量子効率を著しく高めることができる。

【００５６】

従って、本発明の発光素子は、従来のp-型窒化ガリウム薄膜表面形状の制御技術の根本的問題点を効果的に克服し、光抽出効率の増大と共に内部量子効率を増大させることで、光素子の外部量子効率を極大化して高光度の窒化ガリウム発光素子を提供することができる。

【００５７】

＜第３実施例＞

図３は第３実施例に係わる発光素子の断面図である。図３は垂直型発光素子に対する断面図であるが、本発明はこれに限定されるものではない。以下、図３を参照して第３実施例に係わる発光素子の製造方法を説明する。第３実施例は、第１導電型半導体層３１がN型半導体層である例であるが、本発明はこれに限定されるものではない。

【００５８】

第３実施例では、窒化物半導体薄膜の成長に有機金属化学気相蒸着を用いることができ

るが、これに限定されるものではない。基板としてはサファイアを用いることができるが、これに限定されるものではない。アンモニアを窒素源とし、水素と窒素をキャリヤガスとして用いることができる。ガリウムとインジウム、アルミニウムは有機金属ソースを用いることができる。n-型ドーパントはシリコン(Si)を、及びp-型ドーパントはマグネシウム(Mg)を用いることができるが、これに限定されるものではない。

【００５９】

先ず、基板(図示しない)を用意して第１導電型半導体層３１を形成する。前記第１導電型半導体層３１はn-型窒化物半導体電子注入層からなることができるが、これに限定されるものではない。

【００６０】

次に、前記第１導電型半導体層３１上に発光層３３を形成する。前記発光層３３は窒化インジウムガリウム/窒化ガリウム(InGaN/GaN)多重量子井戸構造からなることができる。

【００６１】

次に、前記発光層３３上に保護層３５を形成する。前記保護層３５は窒化物半導体層からなることができるが、これに限定されるものではない。前記保護層３５は窒化ガリウム/窒化アルミニウムガリウム/窒化ガリウムの多重層からなることができる。

【００６２】

次に、前記保護層３５上にナノ層３７を形成する。前記ナノ層３７は銀からなることができるが、これに限定されるものではない。以後、８００～９００℃で熱処理を行うことができる。

【００６３】

次に、前記ナノ層３７上に第２導電型半導体層３９を形成する。前記第２導電型半導体層３９として、表面凹凸を有するP-型窒化ガリウム層を成長させることができるが、これに限定されるものではない。さらに、その上にオーミック特性を向上させるための窒化インジウムガリウム層を形成することができる。また、ホールを均一かつ容易に注入するために前記第２導電型半導体層３９の上に第２透明層４３を形成することができる。

【００６４】

次に、レーザー工程などによって基板を除去する。そして、露出された前記第１導電型半導体層３１の表面を一部エッチングして、表面欠陥を除去することができる。続いて、露出された前記第１導電型半導体層３１に第１電極層を形成する。

【００６５】

前記第１電極層は第１透明層４１、反射層４５、結合層４７、第２基板４９等を含むことができる。例えば、第１透明層４１はITO、IZO(In-ZnO)、GZO(Ga-ZnO)、AZO(Al-ZnO)、AGZO(Al-Ga ZnO)、IGZO(In-Ga ZnO)、IrOx、RuOx、RuOx/ITO、Ni/IrOx/Au、及びNi/IrOx/Au/ITOの少なくとも１つを含んでなることができ、このような材料に限定されない。

【００６６】

前記反射層４５はAl、Ag、またはAlやAgを含む合金を含む金属層からなることができる。また、前記結果物をシリコン(Si)または金属などの伝導性支持台である第２基板４９上に、結合層４７により結合することができる。前記結合層４７は共融金属を含むことができる。そして、前記結果物に第１電極３２と第２電極３４を形成することができる。

【００６７】

本発明の発光素子は伝導性ナノ粒子を用いることで、発光素子に低い電気抵抗特性を提供することができる。また、ナノマスクが持つ表面プラズモンと発光層内のエキシトンガンの相互作用は、内部量子効率を著しく高めることができる。本発明の発光素子は光抽出効率の増大と共に内部量子効率を増大させることで、光素子の外部量子効率を極大化できる。

【産業上の利用可能性】

【００６８】

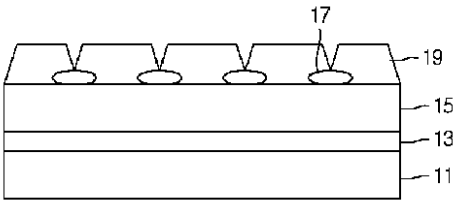
本発明の発光素子は水平型発光素子及び垂直型発光素子に適用することができる。

【００６９】

以上、本発明を実施例を中心に説明したが、これらの実施例は例示であり、本発明を限定するものではない。本発明の精神と範囲を遺脱することなく、多様な変形と応用が可能であることは、当業者によって自明である。例えば、本発明の実施例に具体的に示された各構成要素は変形して実施することができるものであり、このような変形と応用に係る差異点も、添付の特許請求の範囲で規定する本発明の範囲に含まれるものである。

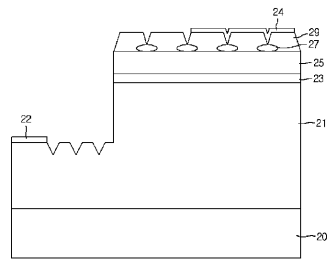
【図１】

[Fig. 1]



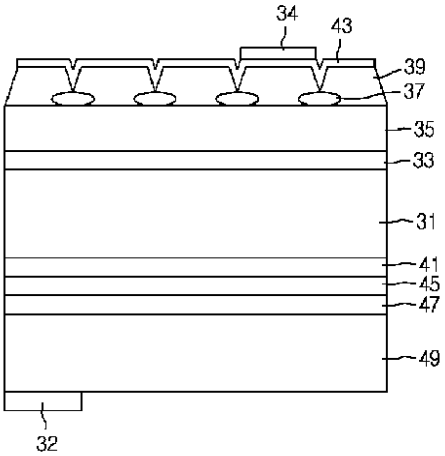
【図２】

[Fig. 2]



【図３】

[Fig. 3]



フロントページの続き

(74)代理人 100143823
弁理士 市川 英彦
(74)代理人 100134636
弁理士 金高 寿裕
(72)発明者 ムン，ヨンテ
大韓民国 １００－７１４ ソウル，ジュン－グ，ナムデムンノ ５－ガ，５４１，ソウル スクエア

審査官 吉野 三寛

(56)参考文献 特開２００７－２５８４４６（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０５９７６２（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１９１０７１（ＪＰ，Ａ）
Min-Ki Kwon et al., Surface-Plasmon-Enhanced Light-Emitting Diodes, Advanced Materials, ２００８年 3月 7日, Vol.20, p.1253-1257
Koichi Okamoto et al., Surface-plasmon-enhanced light emitters based on InGaN quantum wells, Nature Materials, ２００４年 8月２２日, Vol.3, p.601-605

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ３３／００－３３／６４