

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7209339号
(P7209339)

(45)発行日 令和5年1月20日(2023.1.20)

(24)登録日 令和5年1月12日(2023.1.12)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 33/38 (2010.01)	H 0 1 L 33/38
H 0 1 L 33/10 (2010.01)	H 0 1 L 33/10
H 0 1 L 33/24 (2010.01)	H 0 1 L 33/24

請求項の数 10 (全32頁)

(21)出願番号	特願2018-564788(P2018-564788)	(73)特許権者	521268118
(86)(22)出願日	平成29年6月9日(2017.6.9)		スージョウ レキン セミコンダクター
(65)公表番号	特表2019-522360(P2019-522360		カンパニー リミテッド
	A)		中華人民共和国 スージョウ タイカン
(43)公表日	令和1年8月8日(2019.8.8)		シティ チャンシェン ノース ロード 1
(86)国際出願番号	PCT/KR2017/006009		6 8
(87)国際公開番号	WO2017/213455	(74)代理人	100166729
(87)国際公開日	平成29年12月14日(2017.12.14)		弁理士 武田 幸子
審査請求日	令和2年4月20日(2020.4.20)	(72)発明者	パク, スイク
(31)優先権主張番号	10-2016-0072797		大韓民国 0 4 6 3 7, ソウル, ジュン
(32)優先日	平成28年6月10日(2016.6.10)		- グ, ファム-ロ, 9 8, エルジー ソ
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		ウルステーションビルディング, セブン
(31)優先権主張番号	10-2016-0083059	(72)発明者	ティーンズ フロア
(32)優先日	平成28年6月30日(2016.6.30)		ソン, ヨンジュン
	最終頁に続く		大韓民国 0 4 6 3 7, ソウル, ジュン
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導電性基板；

前記導電性基板に近い順から前記導電性基板に配置された第2導電型半導体層、活性層および第1導電型半導体層を含み、更に、前記第2導電型半導体層から前記活性層を貫通して前記第1導電型半導体層まで延びる複数個の第1リセス、および、前記第2導電型半導体層から前記活性層を貫通して前記第1導電型半導体層まで延びる第2リセスを含む発光構造物；

前記第1リセス内で前記第1導電型半導体層と接触する第1電極；

第2導電型半導体層の前記導電性基板に近い面と接触する第2電極；および

前記第2リセス内に配置された反射層を含み、

前記反射層は前記第2リセスの内部に配置された反射部、および前記第2リセスの外部に延びて前記第2電極と接触する延長部を含み、

前記発光構造物は前記複数個の第1リセスの間に配置される低電流密度領域を含み、

前記第2リセスは前記低電流密度領域に配置され、

前記低電流密度領域は、前記第1電極が配置された領域の電流密度の40%より小さい電流密度を有する領域であり、

前記発光構造物は平面上で前記第2リセスによって区画される複数個の活性領域を含み、前記複数個の第1電極は前記活性領域にそれぞれ配置され、

前記複数個の活性領域の面積は前記第1リセスの最も奥の頂部の面積の2.0倍～5.0

10

20

倍である、
半導体素子。

【請求項 2】

前記反射層の反射部は、前記第 2 リセスの側面に沿って前記第 2 リセスの最も奥の頂部まで配置され、

前記第 2 導電型半導体層の前記導電性基板に近い面と前記第 2 リセスの前記頂部の間には所定の高さを有し、

前記第 2 リセスの開口部側の前記反射層の幅は前記高さの 1.5 倍 ~ 2.8 倍であり、

前記第 2 リセスの開口部側の前記反射層の幅は、前記第 2 リセスの両側にそれぞれ配置され、間隔が最も近い 2 つの第 2 電極の間の距離である、

請求項 1 に記載の半導体素子。

10

【請求項 3】

前記反射層は、前期活性層より前記第 1 導電型半導体層側に配置された第 1 部分と前記第 2 導電型半導体層側に配置された第 2 部分を含み、

前記第 1 部分の傾きと前記第 2 部分の傾きが互いに異なる、請求項 1 に記載の半導体素子。

【請求項 4】

前記第 1 部分が前記第 2 導電型半導体層の前記導電性基板に近い面に対してなす角度は、前記第 2 部分が前記第 2 導電型半導体層の前記導電性基板に近い面に対してなす角度より小さい、請求項 3 に記載の半導体素子。

20

【請求項 5】

前記反射層の水平方向の断面はハニカム (honeycomb) の形状である、請求項 1 に記載の半導体素子。

【請求項 6】

前記低電流密度領域が互いに延びて配置され、低電流密度領域に反射層が配置されて、互いに延びた構造の反射層を含む、請求項 1 に記載の半導体素子。

【請求項 7】

前記反射層は、前記第 1 リセスを囲んで配置される、請求項 1 に記載の半導体素子。

【請求項 8】

前記第 1 リセスと前記第 2 リセスの高さは同じである、請求項 1 に記載の半導体素子。

30

【請求項 9】

前記第 1 リセスの最も奥の頂部の幅は前記第 2 リセスの最も奥の頂部の幅より大きい、請求項 1 に記載の半導体素子。

【請求項 10】

前記第 1 導電型半導体層は前記活性層と隣接して配置された低抵抗層と前記低抵抗層上に配置される高抵抗層を含み、

前記高抵抗層は前記低抵抗層より Al 含有量が高く、

前記第 1 電極は前記低抵抗層に配置される、請求項 1 に記載の半導体素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

実施例は半導体素子に関するものであって、より詳細には光抽出効率が向上した半導体素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

GaN、AlGaNなどの化合物を含む発光素子は、広くて調整が容易なバンドギャップエネルギーを有するなどの多くの長所を有しているため、発光素子、受光素子および各種ダイオードなどで多様に使用され得る。

【0003】

特に、半導体の 3 - 5 族または 2 - 6 族化合物半導体物質を利用した発光ダイオード (

50

Light Emitting Diode) やレーザーダイオード (Laser Diode) のような発光素子は、薄膜成長技術および素子材料の開発により赤色、緑色、青色および紫外線などの多様な色を具現することができ、蛍光物質を利用したり色を組み合わせることによって効率のよい白色光線の具現も可能であり、蛍光灯、白熱灯などの既存の光源と比べて低消費電力、半永久的な寿命、迅速な応答速度、安全性、環境親和性の長所を有する。

【 0 0 0 4 】

それだけでなく、光検出器や太陽電池のような受光素子も半導体の 3 - 5 族または 2 - 6 族化合物半導体物質を利用して製作する場合、素子材料の開発により多様な波長領域の光を吸収して光電流を生成することによって、ガンマ線からラジオ波長領域までの多様な波長領域の光を利用することができる。また迅速な応答速度、安全性、環境親和性および素子材料の容易な調節の長所を有しているため、電力制御または超高周波回路や通信モジュールにも容易に利用することができる。

10

【 0 0 0 5 】

したがって、発光素子は、光通信手段の送信モジュール、LCD (Liquid Crystal Display) 表示装置のバックライトを構成する冷陰極管 (C C F L : Cold Cathode Fluorescence Lamp) を代替できる発光ダイオードバックライト、蛍光灯や白熱電球を代替できる白色発光ダイオード照明装置、自動車ヘッドライトおよび信号灯および Gas や火災を感知するセンサなどにまで応用が拡大している。また、半導体素子は高周波応用回路やその他電力制御装置、通信モジュールにまでその応用が拡大され得る。

20

【 0 0 0 6 】

特に、紫外線波長領域の光を放出する発光素子は硬化作用や殺菌作用をするため、硬化用、医療用および殺菌用として使用され得る。

【 0 0 0 7 】

従来の半導体素子は、基板上に第 1 導電型半導体層と活性層および第 2 導電型半導体層を含む発光構造物が配置され、前記第 1 導電型半導体層上に第 1 電極が配置され、第 2 導電型半導体層上に第 2 電極が配置され得る。

【 0 0 0 8 】

半導体素子の活性層で発生した光が、活性層の上部方向の他にも側面と下部方向に進行され得る。したがって、半導体素子から放出された光が側面方向に進行すると、進行経路が増加するか発光構造物の内部で吸収されて光抽出効率が低下する問題がある。

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

実施例は発光素子の光抽出効率を向上させることができる。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

実施例は第 1 導電型半導体層と活性層および第 2 導電型半導体層を含み、前記第 2 導電型半導体層から前記活性層を貫通して前記第 1 導電型半導体層まで延びる第 1 リセスおよび第 2 リセスを含む発光構造物；前記第 1 リセスで前記第 1 導電型半導体層と接触する第 1 電極；第 2 導電型半導体層と接触する第 2 電極；および前記第 2 リセスに形成された反射層で構成され、前記第 2 リセスは前記第 2 導電型半導体層の底面に配置されたオープンされた下部、前記第 1 導電型半導体層に配置された上部、および前記下部から前記上部に延びる側面部を有し、前記反射層は前記第 2 リセスの内部に配置された反射部、および前記第 2 リセスの下部から延びて前記第 2 電極と接触する延長部を含む半導体素子を提供する。

40

【 0 0 1 1 】

前記反射層の反射部は、前記第 2 リセスの下部から前記第 2 リセスの側面部に沿って前記第 2 リセスの上部まで形成され、前記第 2 リセスの下部と前記第 2 導電型半導体層の底

50

面は同一平面からなり、前記第 2 リセスの下部から前記第 2 リセスの上部方向に所定の高さを有することができる。

【 0 0 1 2 】

反射層の底面で幅は、前記反射層の高さより 1.5 倍 ~ 2.8 倍であり得る。

【 0 0 1 3 】

反射層は、前記第 1 導電型半導体層と対応する第 1 部分と前記第 2 導電型半導体層と対応する第 2 部分を含み、前記第 1 部分の側面の傾きと前記第 2 部分の側面の傾きが互いに異なり得る。

【 0 0 1 4 】

第 1 部分の側面が底面に対してなす角度は、前記第 2 部分の側面が前記底面に対してなす角度より小さくてもよい。

10

【 0 0 1 5 】

反射層の上部面は扁平であるか曲率を有することができる。

【 0 0 1 6 】

反射層は、前記第 2 導電型半導体層と電気的に連結され得る。

【 0 0 1 7 】

他の実施例は、第 1 導電型半導体層と活性層および第 2 導電型半導体層を含み、前記第 2 導電型半導体層から前記活性層および前記第 1 導電型半導体層の一部の領域まで形成された複数個の第 1 リセスと複数個の第 2 リセスを含み、紫外線波長領域の光を放出する発光構造物；前記複数個の第 1 リセスで露出された第 1 導電型半導体層の底面に配置された第 1 電極；前記第 1 リセスで既設定される境界領域；前記第 2 導電型半導体層の底面に配置された第 2 電極；および前記複数個の第 2 リセスで、前記第 1 導電型半導体層の一部と前記活性層に対応する高さに配置される反射層を含み、前記複数個の第 1 リセス領域の既設定された境界領域の間に配置される低電流密度領域を含み、前記反射層は低電流密度領域に配置される半導体素子を提供することができる。

20

【 0 0 1 8 】

反射層の水平方向の断面はハニカム (h o n e y c o m b) の形状であり得る。

【 0 0 1 9 】

既設定された値は I_0 の 30% ~ 40% であり、前記 I_0 は前記第 1 電極と接触する第 1 導電型半導体層での電流密度であり得る。

30

【 0 0 2 0 】

第 1 電極の周りで電流密度が既設定された値の領域を境界領域といい、前記反射層の断面は前記境界領域の断面に外接して配置され得る。

【 0 0 2 1 】

低電流密度領域が互いに延びて配置され、低電流密度領域に反射層が配置されて、互いに延びた構造の反射層を含むことができる。

【 0 0 2 2 】

反射層は、前記第 1 リセスを囲んで配置され得る。

【 0 0 2 3 】

第 1 リセスと前記第 2 リセスの高さは同じであり得る。

40

【 0 0 2 4 】

第 1 リセスの幅は前記第 2 リセスの幅より大きくてもよい。

【 0 0 2 5 】

第 2 食刻領域の側面は底面に対して 20 度 ~ 40 度の傾斜を有することができる。

【 0 0 2 6 】

反射層は、前記第 2 食刻領域の上部面と側面および底面に対応する高さに配置され得る。

【 0 0 2 7 】

さらに他の実施例は、第 1 導電型半導体層と活性層および第 2 導電型半導体層を含み、前記第 2 導電型半導体層から前記活性層および前記第 1 導電型半導体層の一部の領域まで形成された複数個の第 1 食刻領域を含み、紫外線波長領域の光を放出する発光構造物；前

50

記複数個の第1食刻領域で露出された第1導電型半導体層上に配置された第1電極；前記第2導電型半導体層上に配置された第2電極；および前記第1電極の周辺領域で、前記第1導電型半導体層から活性層および第2導電型半導体層に配置される反射層を含み、前記反射層は電流密度が既設定された値以下の領域に配置される半導体素子を提供する。

【0028】

既設定された値は I_0 の30%～40%であり、前記 I_0 は前記第1電極と接触する第1導電型半導体層での電流密度であり得る。

【0029】

第1電極の周りで電流密度が既設定された値の領域を境界領域といい、前記反射層の断面は前記境界領域の断面に内接するか外接して配置され得る。

10

【発明の効果】

【0030】

実施例に係る半導体素子は、それぞれの第1リセスに第1電極が配置されて電子が供給され、第1リセスの間の第2リセスに反射層が配置されるが、特に反射層の配置および形状が活性層から放出された光の反射に最適化されて、半導体素子が発光素子の場合に特に光抽出効率が向上し得る。

【0031】

本発明の多様かつ有益な長所と効果は前述した内容に限定されず、本発明の具体的な実施形態を説明する過程においてより容易に理解できるはずである。

【図面の簡単な説明】

20

【0032】

【図1】半導体素子の一実施例の平面図。

【図2】図1の半導体素子のI-I'方向の断面図。

【図3】図2の一部分を詳細に示した図面。

【図4】図2の一部分を詳細に示した図面。

【図5】図2の一部分を詳細に示した図面。

【図6】図2の平面図で反射層の配置を示した図面。

【図7】図2の第1リセスと第2リセスと反射層の配置を詳細に示した図面。

【図8a】反射層の形状を示した図面。

【図8b】反射層の形状を示した図面。

30

【図8c】反射層の形状を示した図面。

【図9】反射層の他の配置を示した図面。

【図10】本発明の他の実施例に係る半導体素子の断面図。

【図11】反射層によって光が上向き反射する過程を示す概念図。

【図12】図10のA部分の拡大図。

【図13】第1リセスと第2リセスの高さの差を説明するための図面。

【図14】本発明の一実施例に係る半導体素子の平面図。

【図15】半導体素子の電流密度の分布を示す図面。

【図16】図14のB部分拡大図。

【図17】第1リセスを示す図面。

40

【図18】図16の変形例。

【図19】半導体素子が配置されたパッケージを示した図面。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、前記目的を具体的に実現できる本発明の実施例を添付した図面を参照して説明する。

【0034】

本発明に係る実施例の説明において、各elementの「上(うえ)または下(した)(on or under)」に形成されるものと記載される場合において、上(うえ)または下(した)(on or under)は二つのelementが互いに直接(di

50

rectly) 接触するか一つ以上の他のelementが前記両element間に配置されて(indirectly) 形成されるものをすべて含む。また「上(うえ)または下(した)(on or under)」と表現される場合、一つのelementを基準として上側方向だけでなく下側方向の意味も含むことができる。

【0035】

半導体素子は発光素子、受光素子などの各種電子素子を含むことができ、発光素子と受光素子はいずれも第1導電型半導体層と活性層および第2導電型半導体層を含むことができる。

【0036】

本実施例に係る半導体素子は発光素子であり得る。

10

【0037】

発光素子は電子と正孔が再結合することによって光を放出するようになり、この光の波長は物質固有のエネルギーバンドギャップによって決定される。したがって、放出される光は前記物質の組成により異なり得る。

【0038】

発光構造物がAlの組成比が大きいAlGaNを含むと、紫外線、特に深紫外線波長領域の光を放出することができる。紫外線は例えば10ナノメートル~400ナノメートル範囲の波長を有することができる、UV-A(近紫外線)は例えば320ナノメートル~400ナノメートル範囲の波長を有することができる、UV-B(遠紫外線)は280ナノメートル~320ナノメートル範囲の波長を有することができる、UV-C(深紫外線)は100ナノメートル~280ナノメートル範囲の波長を有することができる。

20

【0039】

図1は半導体素子の一実施例の平面図、図2は図1の半導体素子の一実施例のI-I'方向の断面図、図3~図5は図2の一部分を詳細に示した図面である。

【0040】

図1で半導体素子は、第1電極242と第1リセス228の間の低電流密度領域(Low Current Density Region、R1)に反射層235が配置されており、低電流密度領域は第1電極242から距離r0だけ離隔され得る。半導体素子で第1電極とリセスからなる構造物は、実際にはより多くの個数で構成され得、電流密度を考慮して設計が可能であるため個数は限定しない。第1電極の電流密度を考慮して配置することによって低電流密度領域を設計し、それぞれの低電流密度領域の間に反射層を配置することができる。

30

【0041】

本実施例に係る半導体素子200は、第1導電型半導体層222と活性層224および第2導電型半導体層226を含む半導体構造物220と、第1導電型半導体層222と接触する第1電極242および第2導電型半導体層226と接触する第2電極246を含むことができる。

【0042】

第2導電型半導体層226から活性層224および第1導電型半導体層226の一部の領域まで第1リセスが備えられて第1導電型半導体層222が露出する領域が複数個存在するが、第1リセス228と第2リセス227とに区分することができる。第1リセス228と第2リセス227の断面は、例えば円形、多角形、楕円形などであるが必ずしもこれに限定されない。第2リセス227は第1リセス228の周りに配置され得るが、図6等を参照して後述する。

40

【0043】

第1リセス228で露出された第1導電型半導体層222上に第1電極242が配置され、第1リセス228と第2リセス227の間の第2導電型半導体層226の底面には第2電極246が配置され得る。そして、第2リセス227には反射層235が挿入されて配置され得る。反射層235の一部分は第2リセス227の外部領域に延びて配置され得、図3等を参照して後述する。

50

【0044】

反射層235の一部は活性層224と対応する高さおよび第1導電型半導体層222の一部に対応する高さに配置され得る。すなわち、反射層235の上表面は活性層224より高く配置され得る。

【0045】

発光構造物220内にアルミニウム(Al)が多く含まれると、発光構造物220内で電流拡散特性が低下され得る。したがって、実施例は電流密度が弱い領域の発光構造物220を食刻して除去し、反射層235を形成することができる。反射層235は活性層でTMモードで発光して水平方向に進行する光の経路を上部に変更することができる。したがって、反射層235は発光構造物内で光の吸収を減らし、半導体素子の指向角を調節し、光抽出効率を向上させることができる。

10

【0046】

反射層235は導電性物質で形成され得、例えば金属で形成され得、例えば反射層235がアルミニウムからなり、活性層224から紫外線波長領域の光が放出される時、反射層235の厚さが50ナノメートル以上であれば紫外線波長領域の光を80%以上反射するのに充分であり得る。

【0047】

特にUV-BやUV-C波長領域の光を放出する半導体素子200は、AlGaInを基盤として発光構造物220が成長して、青色波長領域の光を放出する発光素子と比べてTMモードの発光が増加し得る。TMモード発光とは、活性層で生成される光が殆ど発光構造物220の成長方向と垂直な方向(図2の水平方向)に発光するものと定義することができる。

20

【0048】

反射層235は、活性層224から側面方向に進行する光を反射して光の進行方向を変更し光の経路を短縮させて、発光構造物220内で光の再吸収を減らすことができる。

【0049】

第1導電型半導体層222はIII-V族、II-V族などの化合物半導体で具現され得、第1導電型ドーパントがドーピングされ得る。第1導電型半導体層222は、 $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)の組成式を有する半導体物質、AlGaIn、GaIn、InAlGaIn、AlGaAs、GaP、GaAs、GaAsP、AlGaInPのうちいずれか一つ以上に成長することができる。

30

【0050】

第1導電型半導体層222がn型半導体層である場合、第1導電型ドーパントはSi、Ge、Sn、Se、Teなどのようなn型ドーパントを含むことができる。第1導電型半導体層222は単層または多層に成長され得、これに限定しはしない。

【0051】

活性層224は単一井戸構造、多重井戸構造、単一量子井戸構造、多重量子井戸(MQW: Multi Quantum Well)構造、量子ドット構造または量子細線構造のうちいずれか一つを含むことができる。

【0052】

活性層224はIII-V族元素の化合物半導体材料を利用して井戸層と障壁層、例えばAlGaIn/AlGaIn、InGaIn/GaIn、InGaIn/InGaIn、AlGaIn/GaIn、InAlGaIn/GaIn、GaAs(InGaAs)、/AlGaAs、GaP(InGaP)/AlGaPのうちいずれか一つ以上のペア構造で形成され得るがこれに限定されはしない。井戸層は障壁層のエネルギーバンドギャップより小さいエネルギーバンドギャップを有する物質で形成され得る。

40

【0053】

第2導電型半導体層226はIII-IV族、II-V族などの化合物半導体で具現され得、第2導電型ドーパントがドーピングされ得る。第2導電型半導体層226は例えば、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)の組成式を

50

有する半導体物質、AlGa_{1-x}N、Ga_{1-x}N、AlIn_xN、AlGaAs、GaP、GaAs、GaAsP、AlGaInPのうちいずれか一つ以上で形成され得る。

【0054】

第2導電型半導体層226がAlGa_{1-x}Nで形成される場合、AlGa_{1-x}Nは低い電気電導度によって正孔の注入が円滑でないこともあり得るが、相対的に電気電導度が優秀なGa_{1-x}Nを第2導電型半導体層226の底面に配置してこのような問題点を解決することができる。

【0055】

第2導電型半導体層226がp型半導体層である場合、第2導電型ドーパントはMg、Zn、Ca、Sr、Baなどのようなp型ドーパントであり得る。第2導電型半導体層226は単層または多層で形成され得、これに限定しはしない。

10

【0056】

第1導電型半導体層222の上部表面は凹凸が形成され得るが、発光素子200から放出される光の抽出効率を向上させることができる。第1導電型半導体層222から活性層224と電子遮断層および第2導電型半導体層226に行くほど幅が広くなり得るが、食刻工程で発光構造物220の下部構造物の幅がより広く食刻され得るためである。

【0057】

発光構造物220の高さh₂₁は例えば2~3マイクロメートルであり得る。紫外線を発光する発光構造物220の場合、青色波長より波長が短い短波長の光の抽出効率を高めるために、上部表面の凹凸の深さは3,000オングストローム~8,000オングストロームであり得、平均5,000オングストローム程度の深さを有することができる。

20

【0058】

第2電極246の下部面と側面のうち少なくとも一部を囲んで第2導電型半導体層226の底面には第2導電層(capping layer、250)が配置され得る。第2導電層250は導電性物質で形成され得、例えば金属で形成され得、詳細には第2導電層250はクロム(Cr)、アルミニウム(Al)、チタニウム(Ti)、金(Au)およびニッケル(Ni)で構成される群から選択される少なくとも一つの物質およびこれらの合金で構成され得る。

【0059】

第2導電層250は第2電極246を第2電極パッド266と電気的に連結し、第2電極246と反射層235を囲んで支持して安定性を確保することができる。第2導電層250は反射率が優秀な金属で形成されて光を反射することもできる。したがって、前記反射層235を第1反射層といい、第2導電層250を第2反射層と定義することもできる。

30

【0060】

発光構造物220の下部面と第1リセス228と第2リセス227の形状に沿って第1導電層265と接合層260が配置され得る。

【0061】

第1導電層265は複数個の第1電極242を電気的に連結することができる。第1導電層265は反射率が優秀な物質で形成され得、例えばアルミニウム(Al)で形成され得、紫外線波長領域では例えば500オングストローム以上の厚さで具備されないと80%以上の光反射率を確保することができない。

40

【0062】

接合層260は、第1導電層265を下部の支持基板270とNi、Sn、Auなどが混在された領域を含むディフュージョン(diffusion)ボンディングまたは共晶(eutectic)ボンディングする領域を含む領域であり得る。

【0063】

接合層260は導電性材料で形成され得、例えば、金(Au)、錫(Sn)、インジウム(In)、アルミニウム(Al)、シリコン(Si)、銀(Ag)、ニッケル(Ni)および銅(Cu)で構成される群から選択される物質またはこれらの合金で形成することができる。

50

【 0 0 6 4 】

第1導電層265と接合層260の間には拡散防止層(Diffusion Barrier Layer、図示されず)が配置され得るが、拡散防止層は例えばチタニウム/ニッケル/チタニウム/ニッケルの多層構造を有することができる。

【 0 0 6 5 】

支持基板270は導電性物質で形成され得、例えば、金属または半導体物質で形成され得る。したがって、電流は支持基板270、接合層260、第1導電層265、および複数の第1電極242を通じて第1導電型半導体層222に注入され得る。また、支持基板270は発光素子の作動時に発生する熱を十分に発散させるために、熱電導度が高い物質で形成され得る。

10

【 0 0 6 6 】

支持基板270は、シリコン(Si)、モリブデン(Mo)、シリコン(Si)、タングステン(W)、銅(Cu)およびアルミニウム(Al)で構成される群から選択される物質またはこれらの合金で構成され得、また、金(Au)、銅合金(Cu Alloy)、ニッケル(Ni)、銅-タングステン(Cu-W)、キャリアウェハー(例: GaN、Si、Ge、GaAs、ZnO、SiGe、SiC、SiGe、Ga₂O₃等)等を選択的に含むことができる。

【 0 0 6 7 】

半導体素子200の一侧角領域には第2電極パッド266が配置され得る。第2電極パッド266は導電性材料で形成され得、金属で形成され得、単層または多層構造を有することができ、詳細にはTi(チタニウム)/Ni(ニッケル)/Ti/Ni/Ti/Au(金)の構造を有してもよい。

20

【 0 0 6 8 】

第2電極パッド266は中央部分が陥没して配置され得るが、陥没した部分を中心としてワイヤー(図示されず)がボンディングされ得るため、接着面積が広がって第2電極パッド266とワイヤーがさらに堅固にボンディングされ得る。

【 0 0 6 9 】

第2電極パッド266は光を反射する作用ができるため、第2電極パッド266は発光構造物220と近いほど光抽出効率が向上され得るが、第2電極パッド266と発光構造物220が過度に近いと工程マージンの確保が困難であり得る。

30

【 0 0 7 0 】

第2電極パッド266の下部で、第1絶縁層231が一部オープン(open)されて第2導電層250と第2電極パッド266が電気的に連結され得る。発光構造物220の上表面と側面にはパッシベーション層280が配置されるが、第2電極パッド266と隣接した領域で第1絶縁層231とパッシベーション層280が接触することができる。

【 0 0 7 1 】

第1絶縁層231がオープンされて第2電極パッド266が第2導電層250と接触する部分の幅d22は、例えば40~90マイクロメートル程度であり得る。40マイクロメートルより小さいと動作電圧が上昇する問題があり、90マイクロメートルより大きいと第2導電層250を外部に露出させないための工程マージンの確保が困難であり得る。第2導電層250が第2電極パッド266の外側領域に露出すると、素子の信頼性が低下され得る。したがって、好ましくは、幅d22は第2電極パッド266の全体幅の60%~95%程度であり得る。

40

【 0 0 7 2 】

前述した第1絶縁層231がオープンされた部分の縁で第2電極パッド266の縁に対応する部分の幅d23は、例えば5~10マイクロメートルであり得、5マイクロメートルより小さいと工程マージンの確保が難しく、10マイクロメートル以上であると第2電極パッド266が第2導電層250と接触する部分の幅d22が狭くなって動作電圧が上昇する問題を誘発し得る。ワイヤーとの安定したボンディングを考慮すると、第2電極パッド266の全体幅は50~150マイクロメートルであり得る。50マイクロメートル

50

より小さいとワイヤーのボンディングに十分な面積の確保が難しい問題があり、150マイクロメートルより大きいと半導体素子の全領域で占める第2電極の面積が広がるため発光領域が狭くなる問題点がある。

【0073】

パッシベーション層280の厚さは例えば3000オングストローム程度であり得、発光構造物220の側面でパッシベーション層280の幅d21は例えば10マイクロメートル～30マイクロメートルであり得る。前述した幅d21に該当する領域は半導体素子200の縁のチャネル(channel)に該当し、ウェハーレベルで発光構造物220の成長後に素子単位で分離される領域であり得る。素子単位の分離工程で例えばレーザースクライビングの方法で半導体素子が分離され得、高温で熔融した金属などがパッシベーション層280の上部で前記チャネルの上部方向に発光構造物220よりも高く、例えば3マイクロメートル程度の高さまで配置され得る。

10

【0074】

図3は反射層隣接領域を詳細に示した図面であり、図4は第2電極の隣接領域を詳細に示した図面、図5は第1電極の隣接領域を詳細に示した図面である。

【0075】

図3で、第2リセス227の内部には反射層235が配置されるが、反射層235は第2電極と垂直に重なる部分から第2導電型半導体層の底面、第2リセス227の下部に配置されたオープンされた領域、第2リセス227の下部で第2リセス227の上部に延びる側面部および第2リセス227の上部に延びて第2電極と全的に連結される延長部を含む。

20

【0076】

反射層235はクロム(Cr)、アルミニウム(Al)、チタニウム(Ti)、金(Au)およびニッケル(Ni)で構成される群から選択される少なくとも一つの物質およびこれらの合金で構成され得る。反射層235がアルミニウムからなり、活性層224から紫外線波長領域の光が放出される時、反射層235の厚さは紫外線波長領域では例えば500オングストローム以上の厚さで具備されないと80%以上の光反射率を確保することができない。

【0077】

例えば反射層235は、図2の上部から下部方向にアルミニウム(Al)とチタニウム(Ti)と金(Au)およびチタニウム(Ti)の層構造を有することができる

30

【0078】

発光構造物220と反射層235の間には第1絶縁層231が配置され得、反射層235の下部には第2導電層250が配置され得る。反射層235は第2電極246の縁の領域S1で発光構造物220とショットキー接触(ショットキーcontact)することができる。

【0079】

第2導電層250は反射層235の下部に配置され、第2電極246と接触することができ、反射層の下部と側面を囲むように配置され得る。また、第2導電層は第1リセス228の上部から第2導電型半導体層の上部まで延びる第1絶縁層231の一部の領域まで延びて配置され得る。したがって、第2電極246の縁領域S2で発光構造物220とショットキー接触することができる。領域S1で反射層235と第2導電型半導体層226が、領域S2で第2導電層250と第2導電型半導体層226とショットキー接触して、第2導電型半導体層226に供給される電流の拡散に有利となり得る。

40

【0080】

前述したショットキー接触する領域S1とS2の幅はそれぞれ1～2マイクロメートルであり得るが、セルフアライメント(self-align)工程を通じて前述した幅を確保することができ、反射層235と第2導電層250の形成時にステップカバレッジ特性がよいため信頼性が向上し得る。

【0081】

50

すなわち、図4で第2電極246の一側縁の領域S1で発光構造物220と反射層235がショットキー接触し、他側縁の領域S2で発光構造物220と第2導電層250がショットキー接触することができる。

【0082】

第2導電層250の下部には第2絶縁層232が配置され、第2絶縁層232の下部には第1導電層265が配置され得る。第1導電層265は第1リセス228で発光する光を上部方向に変更して指向角を制御することができ、光の経路を短縮させて光が発光素子の内部で再吸収される確率を減らすことができる。

【0083】

第2電極246の厚さ t_{44} は第1絶縁層231の厚さ t_{41} の40%~80%であり得、例えば2,000オングストロームであり得、前述したショットキー接触する領域S1とS2で反射層235と第2導電層250は発光構造物220、すなわち第2導電型半導体層226方向に突出され得、反射層235の突出した部分は第2電極246の厚さ t_{44} と同じであり得、反射層235と第2導電層250は突出した部分を有さずに平坦であり得る。

10

【0084】

第1絶縁層231の厚さ t_{41} は第2絶縁層232の厚さ t_{42} より小さくてもよく、第1絶縁層231の厚さ t_{41} は3,000オングストローム~7,000オングストロームであり得、例えば5,000オングストロームであり得、第2絶縁層232の厚さ t_{42} は4,000オングストローム~10,000オングストロームであり得、例えば8,000オングストロームであり得る。

20

【0085】

第1絶縁層231の厚さ t_{41} と第2絶縁層232の厚さ t_{42} が前述した範囲より薄いと第1電極242と反射層235等の電気的な分離のための信頼性が低下され得、前述した範囲より厚いと支持基板270が接合層260を通じて接合される時に与えられる圧力によって、クラック(crack)やボイド(void)等の欠陥が発生して信頼性が低下され得る。そして、第2導電層250の厚さ t_{43} は第1絶縁層231の厚さ t_{41} より厚く第2絶縁層232の厚さ t_{42} より薄くてもよく、3,000オングストローム~8,000オングストロームであり得る。3,000オングストロームより小さいと供給される電流の拡散が難しいため動作電圧が上昇し得、8,000オングストロームより大きいとストレスによって半導体素子を構成する各層の間の界面で剥離が発生し得、例えば6,000オングストロームであり得る。

30

【0086】

図4で、第2導電層250が第2導電型半導体層226とショットキー接触する領域S2の距離 d_{43} は1~2マイクロメートルであり得、前述した第2導電層250が第2導電型半導体層226とショットキー接触する領域S2と隣接する両側の領域で、第1絶縁層231は第2導電型半導体層226と第1絶縁層231の境界面に対してそれぞれ鋭角(1、2)を有する傾斜面をなすことができる。鋭角を有することによって、下部の支持基板270とのボンディング工程時に与えられる圧力によるクラックやボイドなどの欠陥を減らすことができるため、信頼性の低下を防止する効果を有することができる。

40

【0087】

前述した領域S2から第1リセス228方向で、第2導電型半導体層226の下部面と第1絶縁層231が接触する領域の距離 d_{41} は例えば5マイクロメートル~15マイクロメートルであり得る。そして、前述した傾斜面が鋭角41、42を有するため、第1絶縁層231の下部面のうち第2導電層250が接触する領域の終端から第2導電型半導体層226の下部面の終端に対応する領域までの距離 d_{42} は、例えば4マイクロメートル~8マイクロメートルであり得る。

【0088】

そして、反射層235が第2電極246と垂直に重なる領域の水平方向の距離 d_{44} は、前述したショットキー接触領域S1から第2電極246方向に例えば4マイクロメー

50

ル～8マイクロメートル以内であり得る。前述した距離 d_{44} で第2電極246と反射層235が垂直方向に重なって下部に進行する光を上部に反射することができ、工程マージンを考慮して距離 d_{44} は2マイクロメートル～8マイクロメートルであり得る。距離 d_{44} が2マイクロメートルより小さいと反射層235が第2電極246と接触する工程マージンの確保が困難であり得、距離 d_{44} が8マイクロメートルより大きいと第2電極246と応力の差によって剥離が発生し得る。ここで、垂直方向は図面において上下方向であり、発光構造物の成長方向であり得る。

【0089】

図5において、第1リセス228内で、第1導電型半導体層222の下部に配置される第1電極242の厚さ t_{54} は第1絶縁層231の厚さ t_{51} より小さくてもよく、詳細には第1絶縁層231の厚さ t_{51} の40%～80%であり得、例えば2,000オングストロームであり得る。第1電極242の厚さ t_{54} は第1絶縁層231の厚さ t_{51} より小さく配置され、第1電極242と第1絶縁層231の間に第2絶縁層232が配置される時、ステップカバレッジ(step coverage)を改善することができる。

10

【0090】

そして、第1導電型半導体層222の下部面と接触する第1電極242の側面と第1絶縁層231の側面は、それぞれ鋭角をなして配置され得る。ここで、第1絶縁層231の側面が第1導電型半導体層222の下部面となす角度 θ_{51} と第1電極242の側面が第1導電型半導体層222の下部面となす角度 θ_{52} は互いに同じであり得、例えば30度～50度の角度を有することができる。角度が30度より小さいと第1絶縁層231が第1リセス228内で絶縁のために十分な厚さを有する距離が狭くなり得、50度より大きいと第2絶縁層232が配置される時にステップカバレッジ特性が悪いため信頼性が低下され得る。

20

【0091】

そして、第1電極242を形成し第2絶縁層232を配置した後、第1導電層231と第1電極242を電気的に連結するために第2絶縁層232にビアホール(via-hole)を形成するにおいて、第1電極242の幅 w_{51} は第1導電層265が第1電極242と接触する領域の幅 w_{52} より大きくてもよい。第1電極242の下部面が第2絶縁層232と接触する領域の幅を w_{54} とし、第2電極242の傾斜面が第2絶縁層232と接触する領域の水平方向の幅を w_{53} とする時、幅 w_{54} は工程マージンを考慮すると1～10マイクロメートルであり得る。

30

【0092】

第1電極242と第1絶縁層231が離隔した距離 w_{55} は例えば1～2マイクロメートルであり得、前述した離隔距離 w_{55} で第1導電型半導体層222が第2絶縁層232と接触することができる。前記離隔距離 w_{55} はセルフアライメント(self-align)を通じて確保することができ、第2絶縁層232の形成時にステップカバレッジ特性がよいため信頼性が向上し得る。

【0093】

第1絶縁層231と第2絶縁層232とパッシベーション層280は絶縁性の材料で形成され得、例えば酸化アルミニウムまたは窒化アルミニウムが使用され得、詳細にはSiO₂またはSiNが使用され得る。

40

【0094】

図6は、図2の平面図で反射層の配置を示した図面である。

【0095】

半導体素子200に複数個の第1電極242が配置され、それぞれの第1電極242の周辺に第1リセス228がホール(hole)状に配置され、第1リセス228の周辺に第2導電層250が配置されている。点線で図示された部分は、図2で説明したように、第1絶縁層231がオープンされて第2電極246と第2導電層250が接触する領域であり得る。

【0096】

50

点線で図示された領域は発光構造物の内部であり、発光構造物は上部のパッシベーション層 280 で覆われ、第 1 電極とリセスと第 2 導電層は図示されたものより小さい大きさの構造ではるかに多い個数が配置され得る。

【0097】

第 1 電極 242 は第 1 導電型半導体層とオーミック接触することができる。この時、オーミック接触領域での電流を I_0 とすることができる。そして、オーミック接触領域から遠ざかるほど電流密度は減少し、したがって活性層で電子と正孔の結合が減少して光出力が低下され得る。

【0098】

この時、電流密度が既設定された値以下に低くなる領域付近で反射層 235 を配置することができる。

10

【0099】

詳細には、図 6 で複数の第 1 電極 242 がそれぞれ円形に図示され、それぞれの第 1 電極 242 から距離 r_0 だけ離隔した領域が点線で図示されており、前記点線で図示された領域での電流密度は I_i であり、図 7 で後述する。前記点線で図示された領域を「境界領域」とすることができ、境界領域は円形であり得るが、前述した通り第 1 電極の形状により変わり得るため、これに限定されず、境界領域での電流密度 I_i は前記 I_0 の 30% ~ 40% であり得、例えば $I_i = I_0 \times \exp(-1)$ であり得る。

【0100】

そして、複数の境界領域を間の領域を「低電流密度領域 (Low Current Density Region、R1)」とすることができ、低電流密度領域の電流密度は前記 I_i より小さくてもよい。本実施例では一つの第 1 電極周りの「境界領域」に外接して反射層 235 が配置されるが、複数の「境界領域」は互いに外接したり、離隔距離を有することができる。したがって、境界領域が互いに外接する場合、低電流密度領域は互いに離隔され得、境界領域が互いに離隔する場合、低電流密度領域は延びて配置され得る。図 6 の拡大図で、「境界領域」の離隔距離に反射層 235 が配置された構造のように互いに延びる構造で配置され得、反射層が互いに離隔して配置され得る。図 6 の拡大図で反射層が互いに延びる構造で配置される場合、少なくとも一つ以上の反射層が接する領域を有することができる、接する領域で反射層が曲率を有して接し得る。境界領域の配置は第 1 電極 242 の配置により変わり得、これに伴い、反射層の上面も六角形の形状であり得るが、これに限定されない。六角形の形状はハニカム (honeycomb) と類似する構造であり得、それぞれの第 1 電極周辺の低電流密度領域で反射層 235 が互いに連結されて配置され得る。

20

30

【0101】

詳細には隣接した第 1 電極間の「低電流密度領域」に反射層 235 が配置され得、六角形の断面を有する反射層 235 の頂点はそれぞれの「低電流密度領域」の中心領域に配置され得る。この時、反射層 235 は前述した隣接した境界領域が接触する地点を連結する六角形構造であり得、また、一つの第 1 電極とリセス周辺の境界領域に外接する多角形であり得る。

【0102】

図 6 で横方向を第 1 方向とし、縦方向を第 2 方向とする時、第 1 方向と第 2 方向は互いに交差し得る。ここで、交差するという意味は垂直に近いが必ずしも数学的に直角を意味するものではない。

40

【0103】

図 6 で第 1 方向に最も上の列には 2 個の第 1 リセス 228 が配置され、中間の列には 3 個の第 1 リセス 228 が配置され、最も下の列には 2 個の第 1 リセス 228 が配置されている。この時、第 1 方向に配置された 3 個の列にそれぞれ配置された第 1 リセス 228 が、第 2 方向には互いに一致せず、ずれて配置されている。

【0104】

図 7 は、図 2 の第 1 リセスと第 2 リセスと反射層の配置を詳細に示した図面である。

50

【0105】

第1リセス228の高さ h_1 と第2リセス227の高さ h_2 は互いに同じであり得るが、例えば1マイクロメートル~2マイクロメートルであり得、製造工程で発光構造物を同時に食刻して第1リセス228と第2リセス227を形成することができるためである。ここで、高さ h_1 、 h_2 は点線で図示された部分、すなわち発光構造物の下部面から第1リセス228と第2リセス227の上部面までの高さである。

【0106】

そして、第1リセス228の幅 w_1 は第2リセス227の幅 w_2 より大きくてもよいが、第2リセス227は発光構造物で電流密度が低い領域に反射層を配置するための空間であるので、第1リセス228の幅より狭くてもよい。第2リセス227の幅 w_2 が第1リセス228の幅 w_1 と同じであるか広い場合、低電流密度領域が広がるためチップの全体的な発光効率が低下され得る。

10

【0107】

図7で第1リセス228の幅 w_1 と第2リセス227の幅 w_2 は、それぞれ第1リセス228と第2リセス227の下部面の幅である。そして、第1リセス228の上部面の幅も第2リセス227の上部面の幅より広くてもよい。第1食刻領域(etched region 1)と第2食刻領域(etched region 2)はそれぞれ第1リセス228と第2リセス227に該当し、食刻以外の他の方法で第1リセス228と第2リセス227が形成されてもよい。

【0108】

前述した幅は、第1リセス228と第2リセス227の断面が円形であれば直径を意味し、四角形であれば一辺の長さを意味し得る。

20

【0109】

第1リセス228と第2リセス227は、図7で上部の幅が下部の幅より小さいこともあるが、したがって第1導電型半導体層に対応する高さでの幅が第2導電型半導体層に対応する高さでの幅より小さくてもよい。

【0110】

それぞれの第1リセス228の下部の幅 w_1 は24~32マイクロメートルであり得、例えば28マイクロメートルであり得る。それぞれの第2リセス227は下部での幅が最も広く、下部の幅 w_2 は2マイクロメートル~4マイクロメートルであり得る。第2リセス227の下部の幅 w_2 が2マイクロメートルより小さいと内部に反射層235を配置するに狭いことがあり、4マイクロメートルより大きいと発光構造物、特に活性層(MQW、Multi Quantum Well)の食刻量が増加して発光面積が減少する問題点がある。

30

【0111】

第1リセス228の高さ h_1 と第2リセス227の高さ h_2 は0.7マイクロメートル~2マイクロメートルであり得る。第1リセス228の高さ h_1 と第2リセス227の高さ h_2 が1マイクロメートルより小さいと、それぞれのリセス領域の上部面で第1導電型半導体層が露出しないことがあり、2マイクロメートルより大きいと第1導電型半導体層の上部面付近まで食刻されて半導体素子の動作電圧が高くなり得る。

40

【0112】

第2リセス227の側面が底面に対してなす角度 γ_2 は50度(°)~70度であり得る。ここで、角度 γ_2 が70度より大きいと活性層から放出された光が第2リセス227の側面と対応する反射層の側面で反射する時、外部に進行する距離が長くなって発光構造物内で光が吸収される可能性が増加し得る。角度 γ_2 が50度より小さいと第2リセス227の形成時に発光構造物、特に除去される活性層のボリュームが増加して電子と正孔の結合の減少および光量の減少を引き起こし得る。

【0113】

第1リセス228の側面が底面に対してなす角度 γ_1 は前述した角度 γ_2 と同じであるかより小さくてもよい。

50

【0114】

図7で点線で示された領域が第1リセス228と第2リセス227の底面であり得、底面は第2導電型半導体層226の下部表面と並んでいる同一平面であり得る。

【0115】

図7で第2リセス227の内部には反射層235が配置され得、反射層235の形状は第2リセス227の形状および大きさと類似し得る。第2電極246と第1絶縁層231の配置は前述と同じであり得る。

【0116】

第1電極242と第1導電型半導体層222の接触領域の電流密度を I_0 とする時、前述した接触領域と距離 r_0 離隔した領域での第1導電型半導体層222内の電流密度を I_i とすることができる。そして、前述した電流密度が I_i である地点から下部に反射層235が配置され得る。

10

【0117】

ここで、反射層235が形成される領域と対応する地点の電流密度 I_i は既設定された値であり得、例えば電流密度 I_i は I_0 の30%~40%であり得、例えば $I_i = I_0 \times \exp(-1)$ であり得る。

【0118】

図8a~図8cは、反射層235の形状を示した図面である。

【0119】

図8a~図8cの実施例で反射層235の外形を図示しており、便宜上活性層(MQW)よりも上の領域を第1領域P1とし、活性層(MQW)よりも下の領域を第2領域P2とすることができる。

20

【0120】

第1領域P1の高さ h_{91} は第1導電型半導体層222の第1地点A1の高さ h_{81} に対応することができ、第2領域P2の高さ h_{92} は第2導電型半導体層226の第2地点A2の高さ h_{82} に対応することができる。活性層(MQW)の高さ h_{83} は第1地点A1の高さ h_{81} より小さく、第2地点A2の高さ h_{82} より大きくてもよい。ここで、前述した高さ $h_{81} \sim h_{92}$ は発光構造物乃至第2導電型半導体層の底面からの高さであり得る。

【0121】

反射層235の上部面の幅 w_{81} は2~4マイクロメートルであり得、高さ h_{100} は1~2マイクロメートルであり得る。そして、反射層235の下部面の幅 w_{82} は上部面の幅 w_{81} より大きくてもよい。

30

【0122】

反射層235の下部面の幅 w_{82} は、反射層235の上部面の幅に対応する部分から左右側にそれぞれ、第1絶縁層231の厚さ t_{41} である3,000オングストローム~7,000オングストロームと、第1絶縁層231が発光構造物の下部と接触する距離 d_{41} である5マイクロメートル~15マイクロメートルと、反射層235が発光構造物とシヨットキー接触する領域 S_1 の幅である1~2マイクロメートルだけさらに延長され得る。したがって、 $w_{82} = w_{81} + 2t_{41} + 2d_{41} + 2S_1$ の関係が成立することができる。反射層235の下部面の幅 w_{82} は高さ h_{100} の1.5倍~2.8倍であり得る。すなわち、反射層235の下部面の幅 w_{82} は隣り合う第2電極246の間の距離と同じであり得る。

40

【0123】

この時、反射層235が第2電極246と重なる領域は、光が反射層235に到達する前に第2電極246で反射され得るため、前述した反射層235の下部面の幅 w_{82} に含まなくてもよい。

【0124】

反射層235の幅(下部面の幅 w_{82})が高さ h_{100} の1.5倍より小さいと、反射層235の面積が狭くなるため下部に発光する光を上部に反射するのに問題があり、高さ

50

の2.8倍より大きいと、反射層と第2電極246の間の応力のため第2半導体層226と第2電極246の界面あるいは反射層235と第2電極246の界面で剥離が発生し得るため、信頼性が低下され得る。ここで反射層235の底面での幅 w_{82} は隣り合う第2電極246の間の距離であり得るが必ずしもこれに限定されない。

【0125】

図8aの実施例で反射層の第1部分P1と第2部分P2の側面は同じ傾きを有して配置されるか、図8bの実施例で反射層の第1部分P1と第2部分P2の側面は互いに異なる傾きを有して配置され得る。

【0126】

詳細には、図8bで反射層の第2部分P2は底面に対して垂直に近い傾きを有して配置されるが、第1部分P1は底面に対して鋭角をなして配置されている。このような構造は、活性層(MQW)から放出されて第1部分P1と第2部分P2にそれぞれ進行する光の指向角を調節することによって、光が半導体素子の上部方向に進行するようにすることができる。底面は第2導電型半導体層226の下部表面と並んでいる同一平面であり得る。

10

【0127】

図8aと図8bの実施例で反射層の上部面は扁平(flat)であるが、図8cの実施例で曲率を有して配置され得る。図8cで曲率を有する反射層の上部面を第3部分Rとすることができる。

【0128】

図9は反射層の他の配置を示した図面である。図9は半導体素子の一部の領域の上面図において、第1電極と、第1リセス228に対応するリセス(hole)と、反射層235の配置を示している。

20

【0129】

図9では第1リセス228の配置が図6と異なる。すなわち、複数のリセス228は横の第1方向と縦の第2方向で複数個の列で配置され、第1方向と第2方向で隣接した列に配置される複数のリセス228は互いに対応しながら配置されている。

【0130】

このような構造において、隣接したリセスの間の境界領域は互いに接していてもよく、離隔していてもよく、前記境界領域に外接して反射層235が配置されてもよい。

【0131】

すなわち、第1電極とリセスから距離 r_0 だけ離隔した境界領域が点線で図示されており、前記点線で図示された領域での電流密度が I_i であることは前述の通りである。境界領域での電流密度 I_i は前記 I_0 の30%~40%であり得、例えば $I_i = I_0 \times \exp(-1)$ であり得ることは前述の通りである。そして、図6と図9の実施例では隣接した第1電極周辺の境界領域が互いに面接触しているが、一定の距離において互いに離隔して配置されてもよい。

30

【0132】

実施例に係る半導体素子はそれぞれの第1リセス228に第1電極が配置されて電子が供給され、第1リセス228の間の第2リセス227に反射層が配置されるが、特に反射層の配置および形状が活性層から放出された光の反射に最適化されて、半導体素子が発光素子の場合、特に光抽出効率が向上し得る。特に、反射層は電流密度が第1オーミック接触領域の電流密度に比べて一定の数値以下の地点、すなわち既設定された値以下の電流密度を有する発光構造物を除去し、該当領域に配置され得る。

40

【0133】

図10は本発明の一実施例に係る半導体素子の断面図、図11は反射層によって光が上向き反射する過程を示す概念図、図12は図10のA部分の拡大図、図13は第1リセスと第2リセスの高さの差を説明するための図面である。

【0134】

図10を参照すると、実施例に係る半導体素子は、第1導電型半導体層122、第2導電型半導体層126、活性層124を含む発光構造物120と、第1導電型半導体層12

50

2と電氣的に連結される第1電極142、および第2リセス127の内部に配置される反射層135を含む。

【0135】

実施例に係る発光構造物120は紫外線波長帯の光を出力することができる。例示的に発光構造物120は近紫外線波長帯の光UV-Aを出力することもでき、遠紫外線波長帯の光UV-Bを出力することもある。深紫外線波長帯の光UV-Cを放出することができる。紫外線波長帯は発光構造物120のA1組成比によって決定され得る。

【0136】

発光構造物120は第2導電型半導体層126および活性層124を貫通して第1導電型半導体層122の一部の領域まで形成される複数の第1リセス128、および複数の

10

【0137】

第1絶縁層131は第1リセス128および第2リセス127上に形成され得る。第1絶縁層131は反射層135を活性層124および第1導電型半導体層122と電氣的に絶縁させることができる。第1絶縁層131は第1リセス128および第2リセス127で第2導電型半導体層126上に延長され得る。

【0138】

第1電極142は第1リセス128の底面に配置されて第1導電型半導体層122と電氣的に連結され得る。第1電極142はオーミック電極であり得る。第1電極142は、ITO(indium tin oxide)、IZO(indium zinc oxide)、IZTO(indium zinc tin oxide)、IAZO(indium aluminum zinc oxide)、IGZO(indium gallium zinc oxide)、IGTO(indium gallium tin oxide)、AZO(aluminum zinc oxide)、ATO(antimony tin oxide)、GZO(gallium zinc oxide)、IZON(IZO Nitride)、AGZO(Al-Ga ZnO)、IGZO(In-Ga ZnO)、ZnO、IrOx、RuOx、NiO、RuOx/ITO、Ni/IrOx/Au、またはNi/IrOx/Au/ITO、Ag、Ni、Cr、Ti、Al、Rh、Pd、Ir、Sn、In、Ru、Mg、Zn、Pt、Au、Hfのうち少なくとも一つを含んで形成され得るが、このような材料に限定されはしない。

20

30

【0139】

反射層135は第2リセス127の内部に配置され得る。具体的には、反射層135は第2リセス127内で第1絶縁層131上に配置され得る。

【0140】

反射層135は紫外線波長帯で反射率が高い物質が選択され得る。反射層135は導電性物質を含むことができる。例示的に反射層135は、Al(アルミニウム)を含むことができる。アルミニウム反射層135の厚さが約30nm~100nmである場合、紫外線波長帯の光を80%以上反射することができる。したがって、活性層124から出射した光が半導体層の内部に吸収されることを防止することができる。

【0141】

図11を参照すると、発光構造物120のA1組成が高くなると発光構造物120内で電流拡散特性が低下され得る。また、活性層124はGaN基盤の青色発光素子に比べて側面に放出する光量が増加するようになる(TMモード)。このようなTMモードは紫外線半導体素子で発生し得る。

40

【0142】

実施例によると、電流密度が弱い領域の部分を食刻して反射層135を形成することによって、反射層135により光L1が上向き反射され得る。したがって、発光構造物120内で光の吸収を減らし、光抽出効率を向上させることができる。また、半導体素子の指向角を調節することもできる。

【0143】

50

第1導電型半導体層122は第1導電型半導体層122はIII-V族、II-VI族などの化合物半導体で具現され得、第1導電型半導体層122に第1ドーパントがドーピングされ得る。第1導電型半導体層122は、 $In_{x1}Al_{y1}Ga_{1-x1-y1}N$ ($0 < x1 < 1$ 、 $0 < y1 < 1$ 、 $0 < x1 + y1 < 1$)の組成式を有する半導体材料、例えばGaN、AlGaN、InGaN、InAlGaNなどで選択され得る。そして、第1ドーパントはSi、Ge、Sn、Se、Teのようなn型ドーパントであり得る。第1ドーパントがn型ドーパントである場合、第1ドーパントがドーピングされた第1導電型半導体層122はn型半導体層であり得る。

【0144】

第1導電型半導体層122はAlの濃度が相対的に低い低抵抗層122aとAlの濃度が相対的に高い高抵抗層122bを有することができる。高抵抗層122bはAlの濃度が60%~70%であり得、低抵抗層122aはAlの濃度が40%~50%であり得る。低抵抗層122aが活性層124と隣接して配置される。

10

【0145】

第1電極142は低抵抗層上に配置され得る。すなわち、第1リセス128は低抵抗層122aの領域まで形成されることが好ましい。高抵抗層122bはAlの濃度が高いため電流拡散特性が相対的に低いためである。

【0146】

活性層124は第1導電型半導体層122を通じて注入される電子(または正孔)と第2導電型半導体層126を通じて注入される正孔(または電子)が会う層である。活性層124は電子と正孔が再結合するにつれて低いエネルギー準位に遷移し、それに相応する波長を有する光を生成することができる。

20

【0147】

活性層124は単一井戸構造、多重井戸構造、単一量子井戸構造、多重量子井戸(Multi Quantum Well; MQW)構造、量子ドット構造または量子細線構造のうちいずれか一つの構造を有することができ、活性層124の構造はこれに限定されない。活性層はAlを含むことができる。

【0148】

第2導電型半導体層126は活性層124上に形成され、III-V族、II-VI族などの化合物半導体で具現され得、第2導電型半導体層126に第2ドーパントがドーピングされ得る。第2導電型半導体層126は、 $In_{x5}Al_{y2}Ga_{1-x5-y2}N$ ($0 < x5 < 1$ 、 $0 < y2 < 1$ 、 $0 < x5 + y2 < 1$)の組成式を有する半導体物質またはAlInN、AlGaAs、GaP、GaAs、GaAsP、AlGaInPのうち選択された物質で形成され得る。第2ドーパントがMg、Zn、Ca、Sr、Baなどのようなp型ドーパントである場合、第2ドーパントがドーピングされた第2導電型半導体層126はp型半導体層であり得る。

30

【0149】

第2導電型半導体層126がAlGaNである場合、低い電気電導度によって正孔の注入が円滑でないこともある。したがって、相対的に電気電導度が優秀なGaNを第2導電型半導体層126の底面に配置してもよい。

40

【0150】

第1電極142の厚さd2は第1絶縁層131の厚さd3より薄くてもよく、第1絶縁層131と1 μ m~4 μ mの離隔距離d4を有することができる。

【0151】

第1電極142の厚さd2が第1絶縁層131の厚さd3より薄い場合、第1導電層165を配置する時に発生するステップカバレッジ特性の低下による剥離およびクラックなどの問題点を解決することができる。また、第1絶縁層131と離隔距離d4を有することによって第2絶縁層132のギャップフィル(Gap-fil)特性が向上し得る。

【0152】

第1導電型半導体層122の表面には凹凸が形成され得る。このような凹凸は発光構造

50

物 1 2 0 から出射する光の抽出効率を向上させることができる。凹凸は紫外線波長により平均高さが異なり得、UV - C の場合、3 0 0 n m ~ 8 0 0 n m 程度の高さを有し、平均 5 0 0 n m ~ 6 0 0 n m 程度の高さを有する時に光抽出効率が向上し得る。

【 0 1 5 3 】

図 1 2 を参照すると、反射層 1 3 5 は第 2 電極 1 4 6 の一側面と上面の一部を覆うことができる。このような構成によって第 1 絶縁層 1 3 1 と第 2 電極 1 4 6 の間に流入する光を上部に反射させることができる。しかし、アルミニウムのような反射層 1 3 5 はステップカバレッジが相対的に悪いため第 2 電極 1 4 6 を完全に覆うことは好ましくないこともある。

【 0 1 5 4 】

第 2 電極 1 4 6 は第 2 導電型半導体層 1 2 6 の上面に配置され得る。第 2 電極 1 4 6 の厚さは第 1 絶縁層 1 3 1 の厚さより薄く配置され得る。これによって反射層 1 3 5 および第 2 導電層 1 5 0 が配置される時にステップカバレッジ低下による反射層 1 3 5 あるいは第 2 導電層 1 5 0 のクラックや剥離などの問題を解決することができる。

【 0 1 5 5 】

第 2 電極 1 4 6 は第 1 絶縁層 1 3 1 と 1 μ m ~ 4 μ m の第 1 離隔距離を有することができる、1 μ m 未満の離隔距離を有する場合、工程マージンの確保が難しいため動作電圧が上昇する問題をもたらし得、4 μ m より離隔距離が長い場合、第 2 電極 1 4 6 が配置される面積が狭くなる問題点が発生して動作電圧が上昇する問題点が発生し得る。

【 0 1 5 6 】

反射層 1 3 5 は第 2 リセス 1 2 7 によって分離された第 2 電極 1 4 6 を互いに電氣的に連結するために、第 2 電極 1 4 6 と電氣的に連結され得る。

【 0 1 5 7 】

反射層 1 3 5 は第 2 電極 1 4 6 と第 1 絶縁層 1 3 1 の間の第 1 離隔距離に配置され得、第 1 離隔距離内で反射層 1 3 5 が第 1 絶縁層 1 3 1 の側面と上面および第 2 電極 1 4 6 の側面と上面に接することができる。また、第 1 離隔距離内で反射層 1 3 5 が第 2 導電型半導体層 1 2 6 とショットキー接合が形成される領域が配置され得、ショットキー接合を形成することによって電流の分散が容易となり得る。

【 0 1 5 8 】

反射層 1 3 5 の傾斜部と第 2 導電型半導体層 1 2 6 の上面がなす角 θ は 9 0 度 ~ 1 4 5 度であり得る。傾斜角 θ が 9 0 度より小さい場合、第 2 導電型半導体層 1 2 6 の食刻が難しく、1 4 5 度より大きい場合、食刻される活性層の面積が大きくなって発光効率が低下する問題がある。

【 0 1 5 9 】

第 2 導電層 1 5 0 は反射層 1 3 5 と第 2 電極 1 4 6 を覆うことができる。したがって、第 2 電極パッド 1 6 6 と、第 2 導電層 1 5 0、反射層 1 3 5、および第 2 電極 1 4 6 は一つの電氣的チャネルを形成することができる。

【 0 1 6 0 】

第 2 導電層 1 5 0 は反射層 1 3 5 と第 2 電極 1 4 6 を完全に囲んで第 1 絶縁層 1 3 1 の側面と上面に接することができる。第 2 導電層 1 5 0 は第 1 絶縁層 1 3 1 との接着力がよい物質で構成され、Cr、Al、Ti、Ni、Au などの物質で構成される群から選択される少なくとも一つの物質およびこれらの合金で構成され得、単一層あるいは複数の層で構成され得る。

【 0 1 6 1 】

第 2 導電層 1 5 0 が第 1 絶縁層 1 3 1 の側面と上面と接する場合、反射層 1 3 5 と第 2 電極 1 4 6 の熱的、電氣的信頼性を向上させることができる。また、第 1 絶縁層 1 3 1 と第 2 電極 1 4 6 の間に放出される光を上部に反射する反射機能を有することができる。

【 0 1 6 2 】

第 2 導電層 1 5 0 は第 1 絶縁層 1 3 1 と第 2 電極 1 4 6 の間の第 2 離隔距離に配置され得る。第 2 導電層 1 5 0 は第 2 離隔距離で第 2 電極 1 4 6 の側面と上面および第 1 絶縁層

10

20

30

40

50

131の側面と上面に接することができる。また、第2離隔距離内で第2導電層150と第2導電性半導体層126が接してショットキー接合が形成される領域が配置され得、ショットキー接合を形成することによって電流の分散が容易となり得る。

【0163】

再び図10を参照すると、発光構造物120の下部面と第1リセス128と第2リセス127の形状に沿って第1導電層165と接合層160が配置され得る。第1導電層165は反射率が優秀な物質で構成され得る。例示的に第1導電層165はアルミニウムを含むことができる。電極層165がアルミニウムを含む場合、活性層124から基板170方向に放出される光を上部に反射する役割をして光抽出効率を向上させることができる。

【0164】

第2絶縁層132は反射層135、第2電極146、第2導電層150を第1導電層165と電氣的に絶縁させる。第1導電層165は第2絶縁層132を貫通して第1電極142と電氣的に連結され得る。

【0165】

第1絶縁層131の厚さは第2絶縁層132の厚さより小さくてもよい。第1絶縁層131の厚さが薄くなるほど反射層135の上面が第1導電型半導体層122に近くなって光抽出効率が向上し得る。

【0166】

例示的に第1絶縁層131の厚さは3000オングストローム～7000オングストロームであり得る。3000オングストロームより薄い場合、電氣的信頼性が悪化し得、7000オングストロームより厚いと反射層135および第2導電層150が第1絶縁層131の上部と側面に配置される時、反射層135や第2導電層150のステップカバレッジ特性が悪いため剥離やクラックを誘発し得る。剥離やクラックを誘発する場合、電氣的信頼性が悪化したり光抽出効率が低下する問題点を引き起こし得る。

【0167】

第2絶縁層132の厚さは4000オングストローム～10000オングストロームであり得る。4000オングストロームより薄い場合、素子の動作時に電氣的信頼性が悪化し得、10000オングストロームより厚い場合、工程時に素子に加えられる圧力や熱的ストレスによって信頼性が低下され得、工程時間が長くなって素子の単価が高くなる問題を引き起こし得る。第1絶縁層131と第2絶縁層132の厚さはこれに限定されない。

【0168】

接合層160は導電性材料を含むことができる。例示的に接合層160は、金、錫、インジウム、アルミニウム、シリコン、銀、ニッケル、および銅で構成される群から選択される物質またはこれらの合金を含むことができる。

【0169】

基板170は導電性物質で構成され得る。例示的に基板170は金属または半導体物質を含むことができる。基板170は電気伝導度および/または熱電導度が優秀な金属であり得る。この場合、半導体素子の動作時に発生する熱を迅速に外部に放出することができる。

【0170】

基板170はシリコン、モリブデン、シリコン、タングステン、銅およびアルミニウムで構成される群から選択される物質またはこれらの合金を含むことができる。

【0171】

第2電極パッド166は導電性物質で構成され得る。第2電極パッド166は単層または多層構造を有することができる。チタニウム(Ti)、ニッケル(Ni)、銀(Ag)および金(Au)を含むことができる。例示的に第2電極パッド166はTi/Ni/Ti/Ni/Ti/Auの構造を有することができる。

【0172】

発光構造物12の上面と側面にはパッシベーション層180が配置され得る。パッシベーション層180の厚さは2000オングストローム～5000オングストロームであり

10

20

30

40

50

得る。2000オングストロームより小さい場合、素子を外部の水分や異物から保護するのに充分でないため素子の電氣的、光學的信頼性を悪化させ得、5000オングストロームより厚い場合、素子に加えるストレスが大きくなって光學的信頼性を低下させたり工程時間が長くなることによって素子の単価が高くなる問題点を引き起こし得る。

【0173】

図13を参照すると、第2リセス127の突出高さ H_1 は第1リセス128の突出高さ H_2 より小さくてもよい。ここで突出高さは、活性層124から第1リセス128および第2リセス127の上面までの垂直距離と定義することができる。

【0174】

具体的には、第2リセス127の突出高さ H_1 は下記の関係式1を満足することができる。

10

【0175】

[関係式1]

$$H_1 = W_4 \times \tan \theta_1$$

【0176】

ここで、 W_4 は互いに隣り合う第1リセス128と第2リセス127の間の中間地点C1から第2リセスの上面C2までの距離であり、 θ_1 は0.5度以上5.0度以下である。

【0177】

θ_1 が0.5度未満の場合には、反射層の高さが相対的に低くなって効果的な反射機能の遂行が困難であり得る。また、5.0度を超過する場合には、反射層の高さが過度に高くなるためそれに比例して活性層の面積が過度に減少する問題がある。また、リセス工程と絶縁層工程がより精密に管理されなければならない問題がある。

20

【0178】

例示的に中間地点C1から第2リセスの上面C2までの距離は20 μm ~40 μm であり、 θ_1 は2.3度であり得る。第2リセス127の突出高さは約300~800nmであり得る。この場合、活性層124からTMモードに放出される光を効果的に上向き反射させることができる。

【0179】

第2リセス127は第1リセス128より高く形成され得る。しかし、必ずしもこれに限定されず、第1リセス128の高さと第2リセス127の高さは同じであり得る。

30

【0180】

第1リセス128の傾斜角度 θ_2 は40度~70度、または60度~70度であって、第2リセス127の傾斜角度 θ_3 は40度~70度、または60度~70度であり得る。

【0181】

図14は本発明の一実施例に係る半導体素子の平面図、図15は半導体素子の電流密度の分布を示す図面、図16は図14のB部分拡大図、図17は第1リセス128を示す図面、図18は図16の変形例である。

【0182】

図14を参照すると、半導体素子100は平面上の反射層135により区画される複数個の活性領域136を含むことができる。活性領域136は反射層135により区画された独立空間であり得る。活性領域136は多様な形状を有することができる。例示的に活性領域136は多角形の形状であってもよく、円形の形状であってもよい。

40

【0183】

複数個の第1電極142と第1リセス128は活性領域136にそれぞれ配置され得る。このような構造によると、電流が分散する第1電極142を反射層135が包囲するようになる。したがって、第1電極142の周辺で発光する光は活性領域136を囲んだ反射層135により上向き反射され得る。

【0184】

反射層135は第1電極142の電位密度100%を基準として電位密度が40%以下である領域を連結した領域に配置され得る。例えば、第1リセスの中心と水平線上に配置

50

される第2リセスの中心の距離は $30\ \mu\text{m} \sim 40\ \mu\text{m}$ であり得る。

【0185】

距離が $30\ \mu\text{m}$ より狭い場合、電流拡散がよい領域の活性層を食刻することによって発光効率が低下する問題があり得、 $40\ \mu\text{m}$ より広い場合、電流拡散特性が悪い領域が残るようになって光抽出効率が低下され得る。電位密度が30%未満である領域に反射層を形成する場合、活性領域の面積が過度に広がって効率が低下され得る。また、側面から出射した光の相当部分が発光構造物内で吸収される可能性が高い。

【0186】

反射層135は第1導電型半導体層122の縁と隣接した複数個の終端部135aを含み、終端部135aと第1導電型半導体層122の縁との間隔 d_1 は $1.0\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ であり得る。 $1.0\ \mu\text{m}$ より小さい場合、工程マージンの確保が難しく、 $10\ \mu\text{m}$ より大きい場合、電流拡散特性が悪い領域が活用されないため光抽出効率が低下され得る。しかし、必ずしもこれに限定されず、反射層135の終端部135aも密閉されて活性領域を形成してもよい。

10

【0187】

図15を参照すると、A1の組成が高くなると電流の分散効果が弱くなり得る。したがって、それぞれの第1電極142に近い地点にのみ電流が分散し、距離が遠い地点では電流密度が急激に低くなり得る。したがって、有効発光領域P2が狭い。有効発光領域P2は電流密度が最も高い第1電極周辺の地点P1を基準として電流密度が40%以下である境界地点と定義することができる。

20

【0188】

例えば、第1リセスの中心と水平線上に配置される第2リセスの中心の距離は $30\ \mu\text{m} \sim 40\ \mu\text{m}$ であり得る。 $30\ \mu\text{m}$ より狭い場合、電流拡散がよい領域の活性層を食刻することによって発光効率が低下する問題があり得、 $40\ \mu\text{m}$ より広い場合、電流拡散特性が悪い領域が残るようになって光抽出効率が低下され得る。

【0189】

特に、隣り合う第1電極142の間の中間地点は電流密度が低いため発光に寄与する効率が非常に低いこともある。したがって、実施例は電流密度が低い領域に反射層を形成して光抽出効率を向上させることができる。

【0190】

図16を参照すると、反射層135は傾斜部135bと上面部135cを含むことができる。活性層124から出射した光は殆ど傾斜部135bにより上向き反射され得る。

30

【0191】

反射層135により定義される活性領域136は第1電極142の $2.0 \sim 5.0$ 倍の面積を有することができる。この場合、第1電極142を基準として電流密度が40%以下である領域に反射層135を形成することができる。また、反射層135により定義される活性領域136は第1リセス128の $2.0 \sim 5.0$ 倍の面積を有してもよい。活性領域136の面積は発光構造物120のA1濃度により調節されてもよい。

【0192】

反射層135は電流密度が40%以下に低くなる領域、例えば第1リセス128の中心から $30\ \mu\text{m} \sim 40\ \mu\text{m}$ 離隔した距離に反射層135の中心が配置され得、反射層135の幅は $2\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$ であり得る。

40

【0193】

反射層135の幅が $2\ \mu\text{m}$ より小さいと、反射層135を形成する物質のステップカバレッジ特性が低下しながらクラックや剥離を誘発し得、 $5\ \mu\text{m}$ より広い場合、有効な活性層が食刻されて発光効率が低下する問題点を引き起こし得る。

【0194】

反射層135は電流密度が40%以下に低くなる境界領域に接する直線で形成される形状を有することができる。例えば、孤立領域が円形であれば円形に接する直線で形成される多角形の形態を有することができる。

50

【0195】

図17を参照すると、第1リセス128が形成された領域は活性層124が除去されて発光に関与しない。実際に発光に関与しない面積は活性層124が除去された第1面積W2である。第1リセス128の幅は傾斜面の幅W1により可変され得る。したがって、傾斜面の傾斜角度を大きく製作することが好ましいこともある。例示的に、傾斜面の角度は40度~70度、または60度~70度であり得る。

【0196】

図18を参照すると、反射層135の形状は四角状のマトリックスが連続配置されてもよい。このように、反射層135により形成された活性領域136の形状は多様に変形され得る。例示的に活性領域136の形状は六角形、八角形、三角形、または円形の形状であり得る。

10

【0197】

前述した半導体素子はパッケージで構成され、樹脂(resin)やレジスト(resist)やSODまたはSOGの硬化に、またはアトピー治療用などの医療用に、または空気清浄器や浄水器などの殺菌に使用され得る。また、半導体素子は照明システムの光源として使用され得るが、例えば映像表示装置の光源や照明装置などの光源として使用され得る。

【0198】

映像表示装置のバックライトユニットとして使用される時、エッジタイプのバックライトユニットとして使用されるか直下タイプのバックライトユニットとして使用され得、照明装置の光源として使用される時、灯り器具やバルブタイプで使用されてもよく、また移動端末の光源として使用されてもよい。

20

【0199】

図19は半導体素子が配置されたパッケージを示した図面である。

【0200】

実施例に係る発光素子パッケージ300は、パッケージ本体310と第1電極部321と第2電極部322と発光素子200を含んで構成される。

【0201】

パッケージ本体310はキャビティ(cavity、311)を有する絶縁性の材料で形成され得、例えばPPA(Polyphthalamide)樹脂やシリコン系列の材料などを含むことができる。

30

【0202】

電極部321と第2電極部322は、それぞれパッケージ本体310上に配置され、一部はキャビティ311の底面に配置され得る。

【0203】

発光素子300は前述した発光素子であり得、第1電極部321上に配置されて第2電極部322とはワイヤー330を通じて電氣的に連結され得る。

【0204】

発光素子200とワイヤー330の周りにはモールドイング部350が配置されるが、モールドイング部350はエアー(air)で満たされるかまたは他の保護材料で構成され得る。紫外線を放出する発光素子の場合、モールドイング部350がシリコン系列の物質で満たされると、紫外線波長に対応するエネルギーによってモールドイング部350にクラックなどの欠陥が誘発されて信頼性が低下され得る。モールドイング部350には蛍光体(図示されず)が含まれてもよい。蛍光体はYAG系列の蛍光体や、ナイトライド(Nitride)系列の蛍光体、シリケート(Silicate)またはこれらが混合されて使用され得るが、これに限定されない。パッケージ300の上部にはカバー370が配置されるが、カバー370はガラスなどの透光性材料で構成され得る。

40

【0205】

図19のパッケージの形状の他に、半導体素子はフリップボンディングされてパッケージで使用され得る。

50

【0206】

発光素子は前述した発光ダイオードの他にレーザーダイオードがあり、実施例に係る発光素子の構造はレーザーダイオードとその他の半導体素子に適用され得る。

【0207】

半導体素子から放出される光は多様な波長領域の光が混合されており、半導体素子を中心に放射状に光が放出され得る。

【0208】

レーザーダイオードは、半導体素子と同様に、前述した構造の第1導電型半導体層と活性層および第2導電型半導体層を含むことができる。そして、p-型の第1導電型半導体とn-型の第2導電型半導体を接合させた後、電流を流した時に活性層から光が放出されるelectro-luminescence(電界発光)現象を利用するが、放出される光の方向性と波長帯域の差異点がある。すなわち、レーザーダイオードは励起放出(stimulated emission)という現象と補強干渉現象などを利用して、一つの特定の波長(単色光、monochromatic beam)を有する光が同じ位相を有して同じ方向に放出され得、このような特性によって光通信に使用され得る。

10

【0209】

受光素子は、光を検出してその強度を電気信号に変換する一種のトランスデューサーである光検出器(photodetector)を意味し得る。このような光検出器として、光電池(シリコン、セレン)、光導電素子(硫化カドミウム、セレン化カドミウム)、フォトダイオード(例えば、visible blind spectral regionでもtrue blind spectral regionでピーク波長を有するPD)、フォトトランジスタ、光電子増倍管、光電管(真空、ガス封入)、IR(Infrared-Red)検出器などがあるが、実施例はこれに限定されない。

20

【0210】

また、光検出器のような半導体素子は一般的に光変換効率が優秀な直接遷移半導体(direct bandgap semiconductor)を利用して製作され得る。または光検出器は構造が多様であり、最も一般的な構造としてはp-n接合を利用するpin型光検出器と、ショットキー接合(Schottky junction)を利用するショットキー型光検出器と、MSM(Metal Semiconductor Metal)型光検出器などがある。これらのうちpin型光検出器とショットキー型光検出器は窒化物半導体物質を利用して具現され得る。

30

【0211】

フォトダイオード(Photodiode)はレーザーダイオードは、半導体素子と同様に、前述した構造の第1導電型半導体層と活性層および第2導電型半導体層を含むことができ、pn接合またはpin構造で構成される。フォトダイオードに逆バイアスを加えると抵抗が非常に高くなって微細な電流が流れるか、光がフォトダイオードに入射すると電子と正孔が生成されて電流が流れ、この時、電圧の大きさはフォトダイオードに入射される光の強度に略比例する。

【0212】

光電池または太陽電池(solar cell)はフォトダイオードの一種であって、光電効果を利用して光を電流に変換することができる。太陽電池は、半導体素子と同様に、前述した構造の第1導電型半導体層と活性層および第2導電型半導体層を含むことができる。外部から太陽光などが入射するとn-型の第1導電型半導体層、p-型の第2導電型半導体層でそれぞれ電子(electron)とホール(hole)が生成され、生成された電子とホールがそれぞれn-型電極とp-型電極に移動し、n-型電極とp-型電極を互いに連結すると電子がn-型電極からp-型電極に移動して電流が流れる。

40

【0213】

太陽電池は結晶型太陽電池と薄膜型太陽電池に分かれ得、薄膜型太陽電池は無機薄膜系太陽電池と有機薄膜系太陽電池に分かれ得る。

【0214】

50

また、前述した半導体素子は必ずしも半導体でのみ具現されず、場合により金属物質をさらに含むこともできる。例えば、受光素子のような半導体素子は、A g、A l、A u、I n、G a、N、Z n、S e、またはA sのうち少なくとも一つを利用して具現され得、p型やn型ドーパントによってドーピングされた半導体物質や真性半導体物質を利用して具現されてもよい。

【 0 2 1 5 】

以上、実施例を中心に説明したがこれは単に例示に過ぎず、本発明を限定するものではなく、本発明が属する分野の通常の知識を有する者であれば本実施例の本質的な特性を逸脱しない範囲で以上で例示されていない多様な変形と応用が可能であることが分かるはずである。例えば、実施例に具体的に示された各構成要素は互いに組み合わせ、結合等を通して多様な構成を実施することができ、各実施例に示された各構成要素を変形して実施できるものである。そしてこのような変形と応用に関係した差異点は添付された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と解釈されるべきである。

10

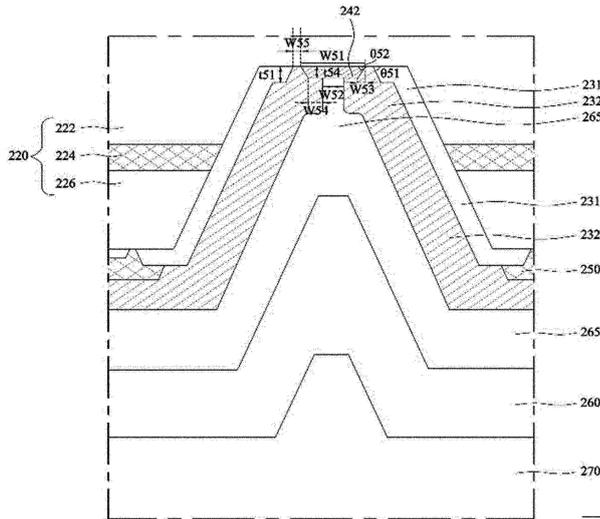
20

30

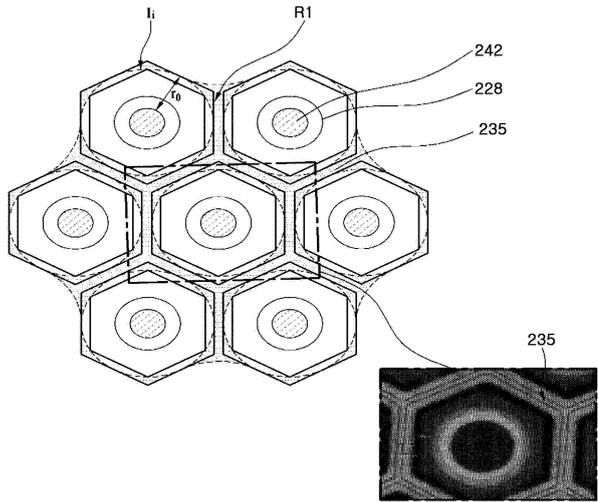
40

50

【 図 5 】

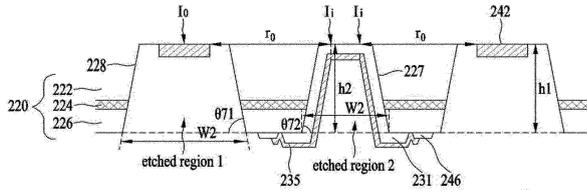


【 図 6 】

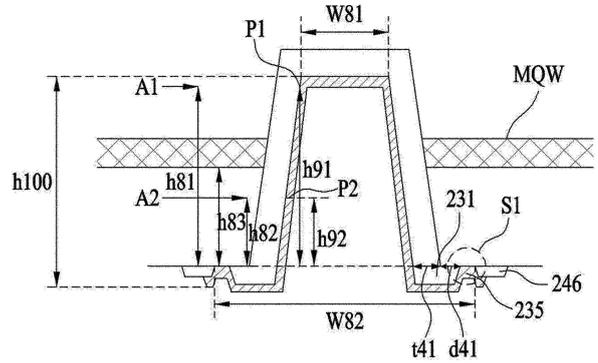


10

【 図 7 】



【 図 8 a 】



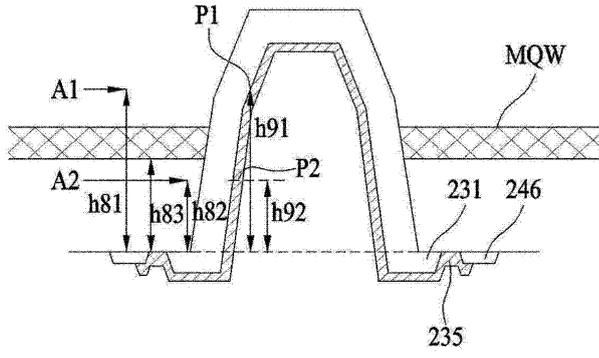
20

30

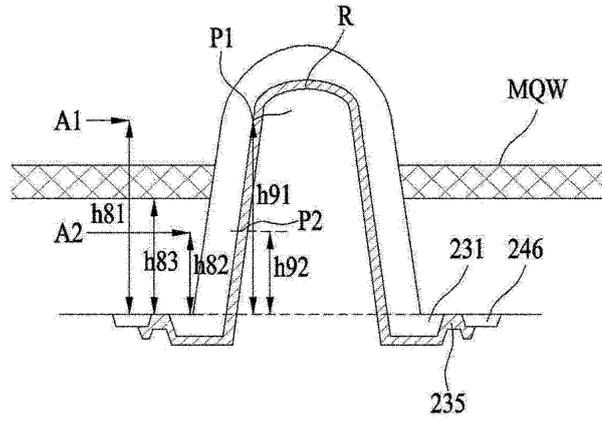
40

50

【図 8 b】

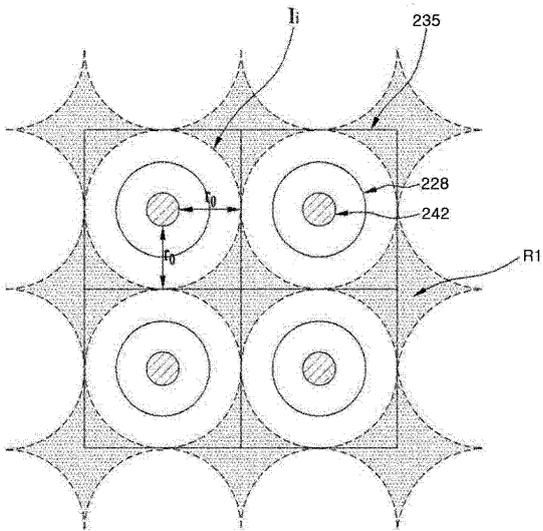


【図 8 c】

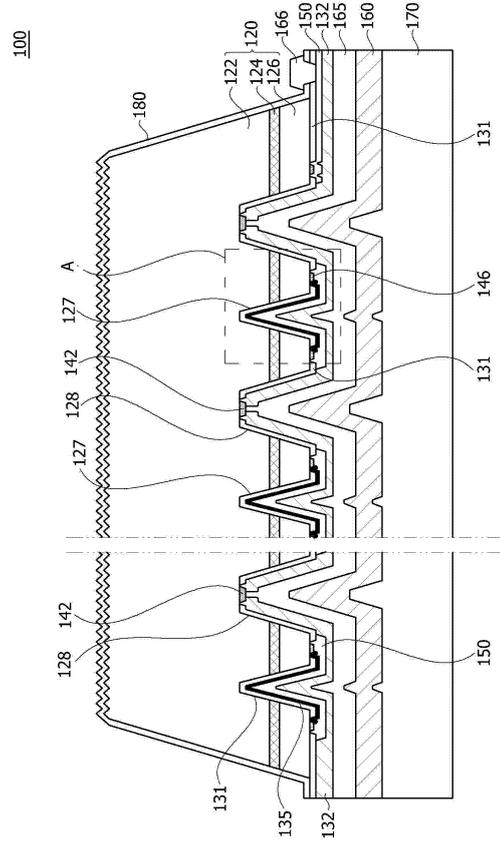


10

【図 9】



【図 10】



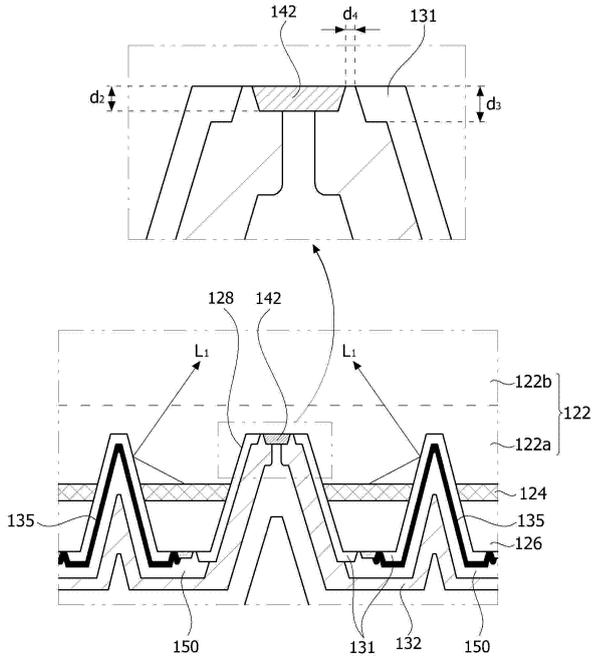
20

30

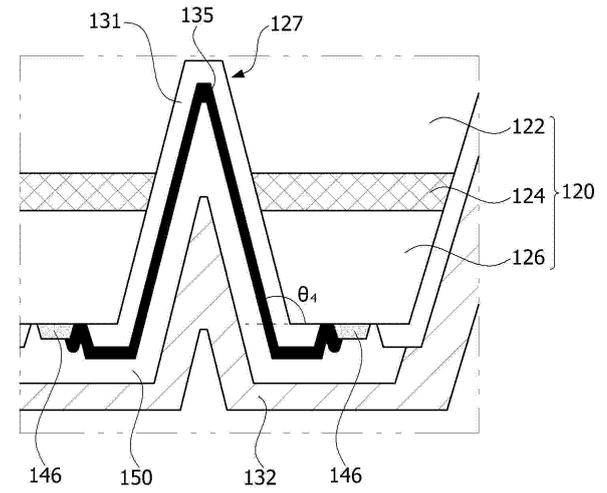
40

50

【 1 1 】



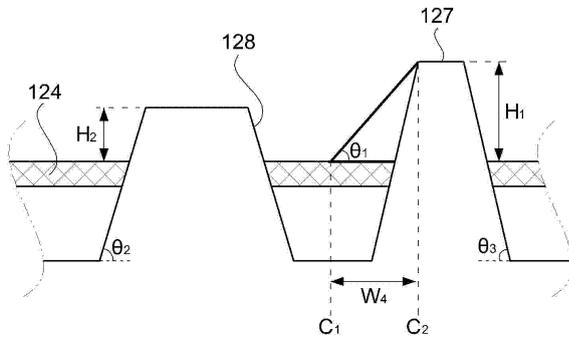
【 1 2 】



10

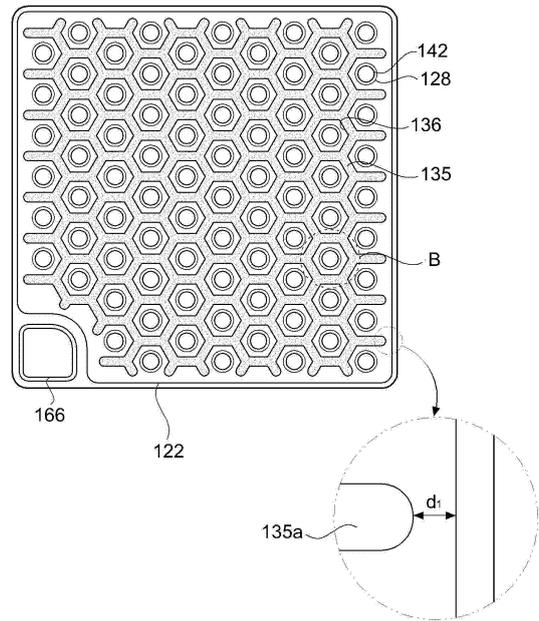
20

【 1 3 】



【 1 4 】

100

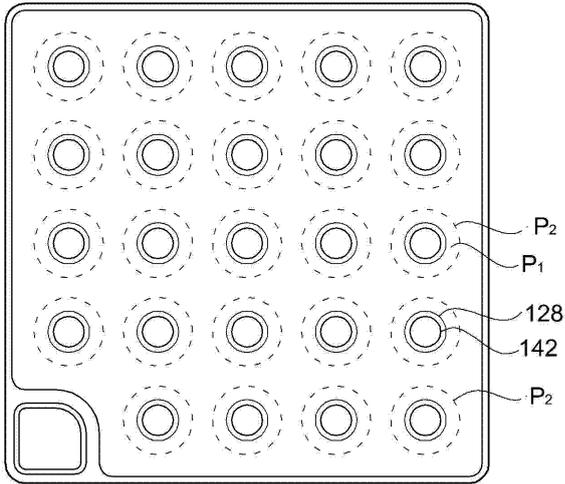


30

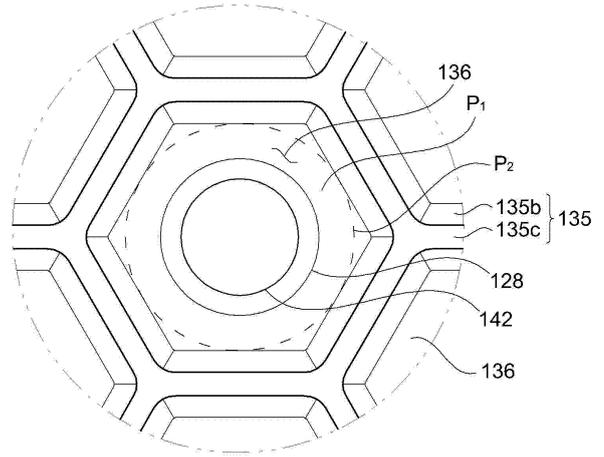
40

50

【 15 】

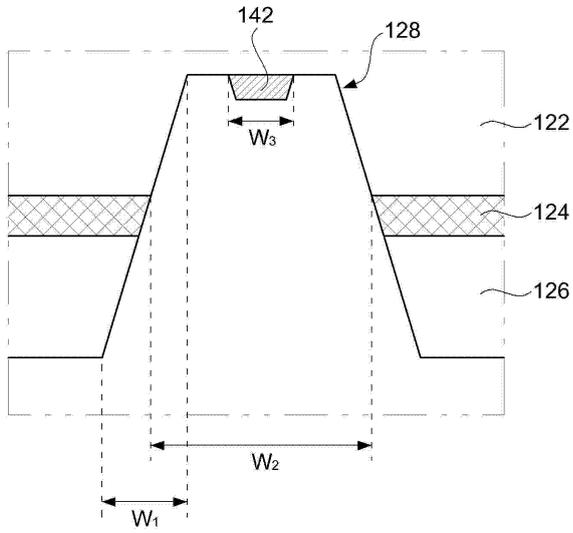


【 16 】

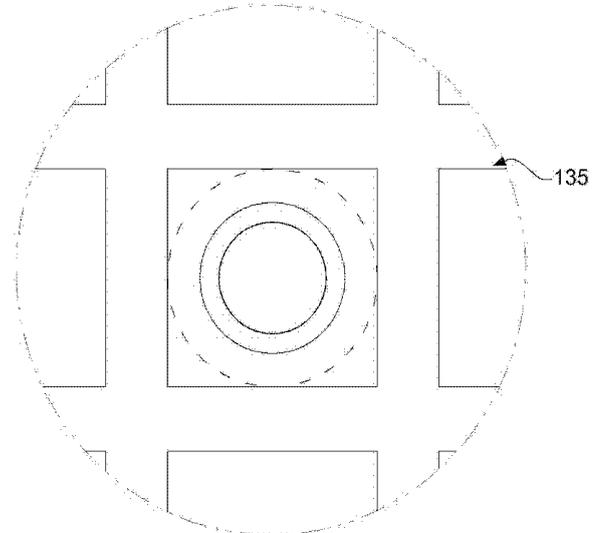


10

【 17 】



【 18 】



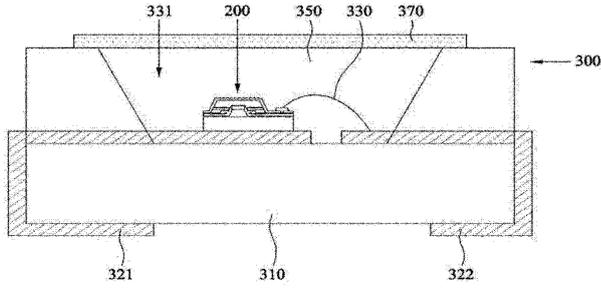
20

30

40

50

【 19】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

- グ, ファムーロ, 98, エルジー ソウルステーションビルディング, セブンティーンズ フロア

(72)発明者 イ, ヨンキョン

大韓民国 04637, ソウル, ジュン - グ, ファムーロ, 98, エルジー ソウルステーションビルディング, セブンティーンズ フロア

(72)発明者 キム, ミンスン

大韓民国 04637, ソウル, ジュン - グ, ファムーロ, 98, エルジー ソウルステーションビルディング, セブンティーンズ フロア

審査官 大和田 有軌

(56)参考文献

中国特許出願公開第103390713 (CN, A)

米国特許出願公開第2016/0093769 (US, A1)

特表2011-508414 (JP, A)

国際公開第2015/008184 (WO, A1)

特開2013-201411 (JP, A)

米国特許出願公開第2012/0074441 (US, A1)

国際公開第2004/013916 (WO, A1)

特開2014-195055 (JP, A)

特開2014-093532 (JP, A)

特開2014-067894 (JP, A)

特開2012-195321 (JP, A)

特表2012-502482 (JP, A)

国際公開第2008/047923 (WO, A1)

特開2007-173579 (JP, A)

特開2007-149875 (JP, A)

特開2006-210730 (JP, A)

特開2005-252253 (JP, A)

特表2004-530289 (JP, A)

国際公開第2016/050561 (WO, A1)

米国特許出願公開第2016/0056351 (US, A1)

米国特許出願公開第2015/0200230 (US, A1)

韓国公開特許第10-2011-0117964 (KR, A)

米国特許出願公開第2012/0007118 (US, A1)

米国特許出願公開第2011/0057223 (US, A1)

米国特許出願公開第2010/0213481 (US, A1)

特許第7148131 (JP, B2)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64