

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5641725号
(P5641725)

(45) 発行日 平成26年12月17日(2014.12.17)

(24) 登録日 平成26年11月7日(2014.11.7)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 33/32 (2010.01)

H O 1 L 33/00 1 8 6

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-264005 (P2009-264005)	(73) 特許権者	506029004
(22) 出願日	平成21年11月19日(2009.11.19)		ソウル バイオシス カンパニー リミテッド
(65) 公開番号	特開2010-157692 (P2010-157692A)		SEOUL BIOSYS CO., LTD.
(43) 公開日	平成22年7月15日(2010.7.15)		大韓民国 ギョンギード アンサンシ
審査請求日	平成24年10月18日(2012.10.18)		ダンウォング サンダンロー 163ベ
(31) 優先権主張番号	10-2008-0138238		オンギル 65-16
(32) 優先日	平成20年12月31日(2008.12.31)		65-16, Sandan-ro 163
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		Beon-gil, Danwon-gu
			, Ansan-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea
		(74) 代理人	110000408
			特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の非極性発光セルを有する発光素子及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の非極性発光セルを有する発光ダイオードの製造方法であって、
上部表面がc面に対して一定の交差角をなす非極性または半極性の結晶面を有するGa₂N
基板を用意し、

前記基板上に窒化物半導体層を成長させ、

前記窒化物半導体層をパターンニングし、互いに分離された発光セルを形成し、前記発光セル間の分離領域の下方から前記基板を部分的に除去してリセス領域を形成し、

前記リセス領域を充填する絶縁層を形成し、

前記絶縁層を露出させるように、前記基板を少なくとも部分的に除去する発光ダイオードの製造方法であって、

前記窒化物半導体層は、第1の導電型半導体層、活性層、第2の導電型半導体層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】

前記基板を少なくとも部分的に除去した後、前記絶縁層間に露出した前記基板または前記窒化物半導体層の表面に粗面を形成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】

前記発光セルは、

それぞれ、第1の導電型半導体層と、

10

20

前記第 1 の導電型半導体層の一部領域上に配置される第 2 の導電型半導体層と、
前記第 1 の導電型半導体層と第 2 の導電型半導体層との間に介在された活性層と、を有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 4】

前記基板を除去する前に、前記発光セルを電氣的に接続する配線を形成することを特徴とする請求項 3 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 5】

前記配線を形成する前に、前記発光セル上に反射層を形成することを特徴とする請求項 4 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 6】

前記 GaN 基板を除去する前に、
前記配線を覆う層間絶縁層を形成し、
前記層間絶縁層上に第 2 の基板をボンディングすることを特徴とする請求項 4 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 7】

前記配線を形成する前に、前記発光セルの側面を覆う側面絶縁層を形成することを特徴とする請求項 4 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 8】

前記リセス領域を充填する絶縁層は、前記発光セルを覆い、前記第 1 の導電型半導体層の他の領域及び前記第 2 の導電型半導体層の上部に開口部を有し、
前記基板を除去する前に、
前記絶縁層の開口部を通じて、隣り合う発光セルを電氣的に接続するボンディングメタルを形成し、
前記ボンディングメタルに第 2 の基板をボンディングすることを特徴とする請求項 3 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 9】

前記ボンディングメタルを形成する前に、前記第 2 の導電型半導体層上に反射層を形成することを特徴とする請求項 8 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 10】

前記発光セルは、
それぞれ、第 1 の導電型半導体層と、
前記第 1 の導電型半導体層上に配置される第 2 の導電型半導体層と、
前記第 1 の導電型半導体層と第 2 の導電型半導体層との間に介在された活性層と、を有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 11】

前記基板を除去する前に、
前記発光セルの第 1 の導電型半導体層に電氣的に接続された電極を形成し、前記電極は、それぞれ、前記リセス領域を充填する絶縁層上に延びたことを特徴とする請求項 10 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 12】

前記電極を形成する際に、
前記第 2 の導電型半導体層上に反射層を形成し、
前記反射層を覆い、前記絶縁層上に延びる保護金属層を形成することを特徴とする請求項 11 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 13】

前記基板を除去する前に、
前記電極を覆う層間絶縁層を形成し、
前記層間絶縁層に第 2 の基板をボンディングすることを特徴とする請求項 11 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 14】

前記基板を除去した後、
前記リセス領域を充填する前記絶縁層をパターンニングして、前記電極を露出させる開口部を形成し、
隣り合う発光セルを接続する配線を形成し、
前記配線は、それぞれ、その一端部が、前記絶縁層に形成された開口部を通じて、前記電極に電氣的に接続されることを特徴とする請求項 1 3 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】

10

【0001】

本発明は、発光素子及びその製造方法に関し、より詳しくは、複数の非極性発光セルを有する発光素子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

窒化ガリウム系発光ダイオードは、表示素子及びバックライトとして広く用いられている。また、発光ダイオードは、既存の電球または蛍光灯に比べて低消費電力で長寿命であり、白熱電球及び蛍光灯を代替して一般照明用途として、その使用領域を広げている。

【0003】

一般に、窒化ガリウム系窒化物半導体は、サファイアまたは炭化珪素のような異種基板上に成長される。窒化物半導体は、主にこのような基板の c 面 (0001) 上に成長され、圧電特性を示す。圧電特性によって多重量子井戸構造の活性領域において強い分極電界が引き起こされる。従って、発光層の厚さを増加させることが困難であり、発光再結合率が減少され、発光出力を向上させるのに限界があった。

20

【0004】

最近、このような分極電界の誘発を防止するために、c 面サファイア基板上に成長された窒化ガリウム結晶を切り出し、c 面以外の結晶面、例えば、a 面 (1120) または m 面 (1100) を有する窒化ガリウム基板に加工し、これを窒化物半導体の成長基板として用い、または、m 面炭化珪素基板または r 面サファイア基板を成長基板として用いて、a 面窒化物半導体を成長させる技術が研究されている。a 面または m 面で成長された窒化物半導体は、非極性または半極性の特性を有する。従って、分極電界を示す極性発光ダイオードに比べて光出力が向上するものと期待される。

30

【0005】

一方、発光ダイオードは、一般に、順方向電流によって光を放出し、直流電流の供給を必要とする。順方向電流下で動作する発光ダイオードの特性を考慮し、複数の発光セルを逆並列で接続し、または、ブリッジ整流器を用いて、交流電源下で複数の発光セルを動作させる技術が開発されており、製品化されていることが実状である。また、単一基板上に複数の発光セルを形成し、これらを直列接続することにより、高電圧直流電源下で高出力及び高効率の光を出力することができる発光ダイオードが開発されている。このような発光ダイオードは、単一基板上に複数の発光セルを形成し、これらの発光セルを配線を介して接続することにより、交流または直流電源下で高出力及び高効率の光を放出することができる。

40

【0006】

複数の発光セルを用いて、高電圧の交流または直流電源に接続して用いるためには、複数の発光セルを電氣的に離隔させ、これらを配線を介して接続する必要がある。従来、サファイア基板は絶縁基板であるので、サファイア基板上に成長された窒化物半導体を用いる場合、複数の発光セルを電氣的に分離させることは、問題とならない。しかしながら、GaN 基板は、一般に、n 型半導体の特性を示すので、GaN 基板上に成長された非極性または半極性の窒化物半導体層を用いて複数の発光セルを作る場合、発光セルが GaN 基板によって電氣的に接続されるという問題があった。

50

【 0 0 0 7 】

このような問題を解決するために、GaN基板上に窒化物半導体層を成長させた後、窒化物半導体層からGaN基板を分離することが考慮される。従来、サファイア基板上に窒化物半導体層を成長させた後、レーザリフトオフ工程を用いて前記窒化物半導体層から前記サファイア基板を分離させる技術が一般に知られている(特許文献1)。しかしながら、GaN基板とその上に成長された窒化物半導体層は、物理的及び化学的性質が類似しており、GaN基板から窒化物半導体層を分離することが困難であった。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

10

【 特許文献 1 】 韓国特許登録第 1 0 - 0 5 9 9 0 1 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、複数の非極性発光セルを有する発光素子及びその製造方法を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

また、他の目的は、GaN基板を成長基板として用い、複数の非極性発光セルを有する発光素子及びそ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 】

20

【 0 0 1 1 】

上記第一の目的を達成するために、本発明は、複数の非極性発光セルを有する発光素子及びその製造方法を提供する。

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法は、上部表面がc面に対して一定の交差角をなす非極性または半極性の結晶面を有するGaN基板を用意し、前記基板上に窒化物半導体層を成長させ、前記窒化物半導体層をパターンニングして互いに分離された発光セルを形成し、前記発光セル間の分離領域の下方から前記基板を部分的に除去してリセス領域を形成し、前記リセス領域を充填する絶縁層を形成し、前記絶縁層を露出させるように、前記基板を少なくとも部分的に除去することを含む。

30

【 0 0 1 3 】

前記基板のリセス領域を充填する絶縁層を用いることにより、前記発光セルが互いに電氣的に分離されるように前記基板を除去してもよい。

【 0 0 1 4 】

ここで、「非極性」発光セルは、圧電電界による分極電界が引き起こされない窒化物半導体で形成された発光セルを意味し、「半極性」発光セルは、成長面がc面である窒化物半導体に比べて分極電界が相対的に小さな窒化物半導体で形成された発光セルを意味する。以下、断りの無い限り、用語の「非極性」が「半極性」を含むものとする。

【 0 0 1 5 】

前記GaN基板は、ポリッシング等のラッピング技術を用いて、少なくとも部分的に除去してもよい。

40

【 0 0 1 6 】

一方、前記窒化物半導体層は、第1の導電型半導体層、活性層、第2の導電型半導体層を有する。さらに、前記活性層は、多重量子井戸構造を有してもよい。

【 0 0 1 7 】

前記基板が少なくとも部分的に除去された後、前記絶縁層間に露出した前記基板または前記窒化物半導体層の表面に粗面を形成してもよい。粗面は、光抽出効率を増加させる。

【 0 0 1 8 】

いくつかの実施形態において、前記発光セルは、それぞれ、第1の導電型半導体層と、前記第1の導電型半導体層の一部領域上に配置される第2の導電型半導体層と、前記第1

50

の導電型半導体層と第2の導電型半導体層との間に介在された活性層と、を有する。これに加えて、前記基板を除去する前に、前記発光セルを電氣的に接続する配線を形成してもよい。また、前記配線を形成する前に、各前記発光セル上に反射層を形成してもよい。

【0019】

一方、前記方法は、前記GaN基板を除去する前に、前記配線を覆う層間絶縁層を形成し、前記層間絶縁層上に第2の基板をボンディングすることをさらに含んでもよい。前記第2の基板がボンディングされた後、前記GaN基板は少なくとも部分的に除去してもよい。

【0020】

一方、前記配線を形成する前に、前記発光セルの側面を覆う側面絶縁層を形成してもよい。前記側面絶縁層は、前記絶縁層上に形成し、発光セルの側面から配線を絶縁させてもよい。

10

【0021】

いくつかの実施形態において、前記リセス領域を充填する絶縁層は、前記発光セルを覆ってもよい。また、前記絶縁層は、前記第1の導電型半導体層の他の領域及び前記第2の導電型半導体層の上部に形成した開口部を有してもよい。この際、前記方法は、前記基板を除去する前に、前記絶縁層の開口部を通じて、隣り合う発光セルを電氣的に接続するボンディングメタルを形成し、前記ボンディングメタルに第2の基板をボンディングすることをさらに含んでもよい。

【0022】

また、前記ボンディングメタルを形成する前に、前記第2の導電型半導体層上に反射層を形成することをさらに含んでもよい。さらに、前記反射層を覆う保護金属層を形成してもよい。

20

【0023】

いくつかの実施形態において、前記発光セルは、それぞれ、第1の導電型半導体層と、前記第1の導電型半導体層上に配置される第2の導電型半導体層と、前記第1の導電型半導体層と第2の導電型半導体層との間に介在された活性層と、を有する。ここで、前記第1の導電型半導体層及び第2の導電型半導体層は、同一の面積を有してもよい。

【0024】

これに加えて、前記方法は、前記基板を除去する前に、前記発光セルに電氣的に接続された電極を形成することをさらに含んでもよい。前記電極は、それぞれ、前記リセス領域を充填する絶縁層上に延びる。

30

【0025】

さらに、前記電極を形成することは、前記第2の導電型半導体層上に反射層を形成し、前記反射層を覆い、前記絶縁層上に延びる保護金属層を形成することを含んでもよい。前記保護金属層は、前記反射層が外部に露出することを防止し、その結果、反射層の酸化またはエッチング損傷が防止される。

【0026】

また、前記方法は、前記基板を除去する前に、前記電極を覆う層間絶縁層を形成し、前記層間絶縁層に第2の基板をボンディングすることをさらに含んでもよい。

40

【0027】

また、前記方法は、前記基板を除去した後、前記リセス領域を充填する絶縁層をパターニングし、前記電極を露出させる開口部を形成し、隣り合う発光セルを接続する配線を形成することをさらに含んでもよい。前記配線は、それぞれ、その一端部が、前記絶縁層に形成された開口部を通じて前記電極に電氣的に接続される。

【0028】

本発明のまた他の態様に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子は、基板と、前記基板の上部に互いに離隔して配置され、それぞれ第1の導電型上部半導体層、活性層、及び第2の導電型下部半導体層を有する複数の非極性または半極性の発光セルと、前記発光セルの前記第1の導電型上部半導体層を覆うGaN系物質層と、前記GaN系物質層間の

50

空間を充填する絶縁層と、前記絶縁層の下方で前記発光セルを電氣的に接続する配線と、前記配線を覆い、前記基板と前記発光セルとの間に介在された層間絶縁層と、を備える。前記GaN系物質層は、前記絶縁層によって互いに電氣的に絶縁され、従って、複数の発光セルが互いに電氣的に絶縁される。

【0029】

前記GaN系物質層は、GaN成長基板の残余部分またはバッファ層であってもよい。前記バッファ層は、前記GaN成長基板上に非ドーブまたは不純物ドーブの物質で成長された窒化物半導体層であり、GaN成長基板が除去されることにより、外部に露出した層である。前記バッファ層は、通常用いられる低温バッファ層または高温バッファ層のいずれであってもよい。

10

【0030】

また、前記GaN系物質層は、それぞれその表面に粗面を有してもよい。

【0031】

一方、前記発光素子は、前記層間絶縁層と前記第2の導電型下部半導体層との間に介在された反射層をさらに備えてもよく、前記反射層を覆う保護金属層をさらに備えてもよい。これに加えて、前記配線は、それぞれ、一つの前記発光セルの前記保護金属層と、それに隣り合う発光セルの前記第1の導電型半導体層を接続してもよい。

【0032】

本発明のまた他の態様に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子は、基板と、前記基板の上部に互いに離隔して配置され、それぞれ第1の導電型上部半導体層、活性層、及び第2の導電型下部半導体層を有する複数の複数の非極性発光セルと、前記基板と前記発光セルとの間に互いに離隔して配置され、それぞれ対応する前記第2の導電型下部半導体層にそれぞれ電氣的に接続され、隣り合う発光セル側に延長された電極と、前記電極の上部から前記発光セル間の空間を充填され、前記電極を露出させる開口部を有する絶縁層と、前記発光セルを電氣的に接続し、それぞれ一端部は、一つの発光セルの上部半導体層に電氣的に接続され、他端部は、前記絶縁層の開口部を通じて、隣り合う発光セルの下部半導体層に電氣的に接続された電極に電氣的に接続された配線と、を備える。

20

【0033】

また、前記発光素子は、前記発光セルの前記第1の導電型上部半導体層を覆うGaN系物質層をさらに備えてもよい。前記GaN系物質層は、それぞれ前記第1の導電型上部半導体層を露出させる開口部を有し、前記配線は、それぞれ前記開口部を通じて前記第1の導電型上部半導体層に電氣的に接続されてもよい。

30

【0034】

前記GaN系物質層は、GaN成長基板の残余部分またはバッファ層であってもよい。

【0035】

一方、前記第1の導電型上部半導体層は、それぞれその表面に粗面を有してもよい。前記GaN系物質層が、前記第1導電型上部半導体層を覆う場合、前記GaN系物質層はそれぞれの表面に粗面を有してもよい。

【0036】

前記電極は、それぞれ反射層及び前記反射層を覆う保護金属層を有してもよく、前記保護金属層に配線が電氣的に接続されてもよい。

40

【発明の効果】

【0037】

本発明によれば、複数の非極性発光セルを有する発光素子を提供することができる。特に、GaN基板を成長基板として用い、複数の非極性発光セルを有する発光素子を提供することができる。さらに、発光セルを分離する間、金属の露出が防止されるので、金属エッチング副産物の発生を防止することができ、特に、反射層の酸化またはエッチング損傷を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

50

【図 1】本発明の一実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 2】本発明の一実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 3】本発明の一実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 4】本発明の一実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 5】本発明の一実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

10

【図 6】本発明の一実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 7】本発明の一実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 8】本発明の他の実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 9】本発明の他の実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 10】本発明の他の実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

20

【図 11】本発明のまた他の実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 12】本発明のまた他の実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 13】本発明のまた他の実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 14】本発明のまた他の実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【図 15】本発明のまた他の実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、添付した図面に基づき、本発明の好適な実施形態について詳述する。以下に開示される実施形態は、本発明の思想を当業者に十分に理解させるために、一例として提供されるものである。従って、本発明は、後述する実施形態に限定されず、他の形態にも実施され得る。なお、図面において、構成要素の幅、長さ、厚さ等は、説明の便宜のために誇張して表現されることもある。明細書の全体にわたって、同一の参照番号は、同一の構成要素を示す。

【0040】

図 1～図 7 は、本発明の一実施形態に係る複数の非極性発光セルを形成する方法を説明するための断面図である。

40

【0041】

図 1 を参照すると、基板 21 上に窒化物半導体層 25、27、29 が成長される。前記基板 21 は、GaN 単結晶基板であり、その上部の表面は、c 面に対して交差角をなす結晶面である。前記基板 21 の上部面は、例えば、a 面、m 面、r 面等であってもよいが、特に限定されるものではなく、他の結晶面であってもよい。

【0042】

前記基板 21 は、c 面サファイア基板上に HVPE (ハイドライド気相成長, Hydride Vapor Phase Epitaxy) 法で c 面サファイア基板上に成長された GaN 単結晶を c 面サファイア基板から分離した後、c 面に対して交差角をなす結晶

50

面に沿って切断することにより設けられてもよい。また、前記基板 2 1 は、r 面サファイア基板または m 面炭化珪素基板上に GaN 層を成長した後、サファイア基板または炭化珪素基板から GaN 層を分離して設けられてもよい。この場合、前記基板 2 1 は、a 面 GaN 基板となる。

【0043】

前記窒化物半導体層 2 5、2 7、2 9 は、第 1 の導電型半導体層 2 5、活性層 2 7、及び第 2 の導電型半導体層 2 9 を有する。これらの窒化物半導体層 2 5、2 7、2 9 は、それぞれ単一層または多層に形成されてもよく、特に、前記活性層 2 7 は、多重量子井戸構造に形成されてもよい。

【0044】

第 1 の導電型窒化物半導体層 2 5 を成長させる前に、窒化物の核層及び/またはバッファ層（図示せず）が基板 2 1 上に先に成長されてもよい。前記バッファ層は、GaN 系物質層または GaN で成長され得る。前記バッファ層は、前記窒化物半導体層 2 5、2 7、2 9 の成長を助けるために形成され、非ドープ層または不純物ドープ層であってもよい。

【0045】

前記第 1 の導電型半導体層 2 5、活性層 2 7、及び第 2 の導電型半導体層 2 9 は、III-N 系化合物半導体で形成され、有機金属気相成長（MOCVD）法または分子線エピタキシー（MBE）法等の工程によって成長され得る。前記窒化物半導体層は、GaN 基板 2 1 の成長面に沿って成長される。従って、窒化物半導体層は、GaN 基板 2 1 の成長面に沿って非極性窒化物半導体として成長される。

【0046】

前記第 1 の導電型及び第 2 の導電型は、それぞれ n 型及び p 型または p 型及び n 型であってもよい。好ましくは、前記第 1 の導電型は n 型であり、前記第 2 の導電型は p 型である。

【0047】

図 2 を参照すると、前記第 1 の導電型半導体層 2 5、活性層 2 7、及び第 2 の導電型半導体層 2 9 を有する窒化物半導体層がパターンングされ、複数の発光セル 3 0 が形成される。前記発光セル 3 0 は、それぞれ、第 1 の導電型半導体層 2 5、前記第 1 の導電型半導体層 2 5 の一部領域上に配置される第 2 の導電型半導体層 2 9、及び第 1 の導電型半導体層 2 5 と前記第 2 の導電型半導体層 2 9 との間に介在された活性層 2 7 を有する。このような発光セル 3 0 は、それぞれ第 1 の導電型半導体層 2 5 の他の領域を露出させるように、第 2 の導電型半導体層 2 9 及び活性層 2 7 を部分的に除去することにより形成される。

【0048】

一方、前記発光セル 3 0 を形成する間、前記窒化物半導体層が除去される分離領域の下方の前記基板 2 1 も、部分的にエッチングされ、リセス領域 2 1 a が形成される。前記リセス領域 2 1 a は、ストライプ状に互いに離隔してもよいし、メッシュ状に互いに連結されていてもよい。

【0049】

図 3 を参照すると、前記リセス領域 2 1 a を充填する絶縁層 3 1 が形成される。前記絶縁層 3 1 は、第 1 の導電型半導体層 2 5 の上部面の下方において、発光セル 3 0 間の領域を充填する。絶縁層 3 1 は、例えば、SiO₂、シリコン酸化膜またはシリコン窒化膜等のような絶縁物質で形成されてもよい。絶縁物質を発光セル上に塗布または蒸着した後、第 1 の導電型半導体層 2 5 の上部面が露出するように、前記絶縁物質を部分的に除去することにより、絶縁層 3 1 を形成してもよい。

【0050】

図 4 を参照すると、前記絶縁層 3 1 上において、前記発光セルの側面を覆う側面絶縁層 3 3 が形成される。側面絶縁層 3 3 は、発光セル 3 0 の上部を露出させる開口部を有し、また、第 1 の導電型半導体層 2 5 の上部面を露出させる開口部を有する。

【0051】

一方、前記各発光セル 3 0 上に、例えば第 2 の導電型半導体層 2 9 上に反射層 3 5 が形

10

20

30

40

50

成される。前記反射層 35 は、例えば、A g または A l で形成されてもよい。また、前記絶縁層 35 を覆う保護金属層 37 が形成されてもよい。保護金属層 37 は、反射層 35 を覆い、反射層 35 の拡散を防止し、また反射層 35 の酸化を防止する。保護金属層 37 は、単一層または多層に形成されてもよく、例えば、N i、T i、T a、P t、W、C r、P d 等で形成されてもよい。

【0052】

その後、前記発光セル 30 を電氣的に接続する配線 39 が形成される。前記配線 39 は、隣り合う発光セルの第 1 の導電型半導体層と第 2 の導電型半導体層を接続して発光セル 30 を直列に接続する。前記配線 39 は、保護金属層 37 と第 1 の導電型半導体層 25 を接続し、保護金属層 37 及び反射層 35 を介して、第 2 の導電型半導体層 29 に電氣的に

10

【0053】

図 5 を参照すると、配線 39 が形成された後、前記発光セル 30 を覆う層間絶縁層 41 が形成される。前記層間絶縁層 41 は、発光セル 30 が互いに短絡することを防止する。

【0054】

前記層間絶縁層 41 上に第 2 の基板 51 がボンディングされる。前記第 2 の基板 51 は、特に限定されるものではないが、G a N 基板 21 と熱膨張率が類似した物質で形成されることが好ましい。前記第 2 の基板 51 は、層間絶縁層 41 上にボンディング金属 43 が形成され、前記第 2 の基板 51 上にボンディング金属 45 が形成された後、これらのボン

20

【0055】

図 6 を参照すると、第 2 の基板 51 がボンディングされた後、G a N 基板 21 を少なくとも部分的に除去する。G a N 基板 21 は、ポリッシングまたはエッチング工程によって除去され得る。この際、前記リセス領域 21 a を充填する絶縁層 31 が露出する。

【0056】

G a N 基板 21 は、その上に成長された窒化物半導体層と物理的・化学的に性質が類似する。従って、従来技術は、窒化物半導体層から G a N 基板 21 を分離することが困難であった。しかしながら、本発明によると、絶縁層 31 によって、G a N 基板 21 と窒化物半導体層が接する界面が容易に見える。従って、ポリッシングまたはエッチング工程においてエンドポイントを設定しやすく、G a N 基板 21 を部分的または完全に除去することができる。

30

【0057】

G a N 基板 21 を部分的に除去した場合、前記 G a N 基板 21 の残余部分が第 1 の窒化物半導体層 25 を覆う。一方、G a N 基板 21 が完全に除去された場合、バッファ層（図示せず）が第 1 の窒化物半導体層 25 を覆ってもよく、または、前記第 1 の窒化物半導体層 25 を露出してもよい。

【0058】

図 7 を参照すると、前記 G a N 基板 21 を除去した後、残留する G a N 基板 21 の残余部分（またはバッファ層）または第 1 の窒化物半導体層 25 に粗面 R が形成される。粗面 R は、P E C（光電気化学，P h o t o e l e c t r o c h e m i c a l）エッチング等によって形成され得る。

40

【0059】

これにより、第 2 の基板 51 の上部に互いに離隔した複数の非極性発光セルを有する発光素子が完成する。前記発光素子は、配線 39 によって直列接続された発光セル 30 を備え、従って、発光素子は、高電圧直流電源によって駆動され得る。また、前記発光素子は、配線 39 によって直列接続されたアレイを複数有してもよく、このようなアレイを逆並列で接続することにより、高電圧交流電源によって駆動されてもよい。

【0060】

図 8 ～図 10 は、本発明のまた他の実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光

50

素子の製造方法を説明するための断面図である。

【 0 0 6 1 】

図 8 を参照すると、図 2 の発光セル 3 0 が形成された後、前記発光セル 3 0 を覆う絶縁層 7 1 が形成される。絶縁層 7 1 は、基板 2 1 のリセス領域を充填し、また、発光セル 3 0 の側面を覆う。前記絶縁層 7 1 は、第 1 の導電型半導体層 2 5 の他の領域上、及び前記第 2 の導電型半導体層 2 9 上に開口部を有する。

【 0 0 6 2 】

前記絶縁層 7 1 は、リセス領域を充填し、前記発光セル 3 0 を覆う絶縁物質を形成した後、前記絶縁物質をパターンングすることにより形成されてもよい。これとは異なり、前記リセス領域を充填する絶縁物質を形成した後、前記発光セル 3 0 の側面を覆う側面絶縁層（図示せず）を形成することにより形成されてもよい。

10

【 0 0 6 3 】

第 2 の導電型半導体層 2 9 上には、反射層 7 3 及び保護金属層 7 5 が形成されてもよく、前記第 1 の導電型半導体層 2 5 上の開口部は、金属物質で充填されてもよい。

【 0 0 6 4 】

図 9 を参照すると、一つの発光セルの第 1 の導電型半導体層 2 5 と、それに隣り合う発光セルの第 2 の導電型半導体層 2 9 とを電氣的に接続するボンディングメタル 7 7 が形成される。前記ボンディングメタル 7 7 は、互いに離隔して発光セル 3 0 を直列接続する。前記ボンディングメタル 7 7 は、絶縁層 7 1 上に形成され、絶縁層 7 1 の開口部内に形成された金属物質を電氣的に接続する。これとは異なり、前記ボンディングメタル 7 7 が開口部を通じて、第 1 の導電型半導体層 2 5 と第 2 の導電型半導体層 2 9 を電氣的に接続してもよい。

20

【 0 0 6 5 】

一方、第 2 の基板 8 1 上にボンディングメタル 7 9 が形成される。ボンディングメタル 7 9 は、それぞれボンディングメタル 7 7 に対応して形成され、それぞれ前記ボンディングメタル 7 7 上にボンディングされる。

【 0 0 6 6 】

図 1 0 を参照すると、図 6 を参照して説明したように、前記基板 2 1 が少なくとも部分的に除去される。また、前記基板 2 1 が除去された後、基板 2 1 の残余部分（またはバッファ層）または第 1 の導電型半導体層 2 5 に粗面が形成されてもよい。

30

【 0 0 6 7 】

この実施形態によると、ボンディングメタル 7 7 によって発光セルが電氣的に接続された発光素子が提供される。前記ボンディングメタル 7 7 の電氣的接続によって、高電圧直流電源下または交流電源下で駆動される様々な発光素子が提供され得る。

【 0 0 6 8 】

図 1 1 ~ 図 1 5 は、本発明のまた他の実施形態に係る複数の非極性発光セルを有する発光素子の製造方法を説明するための断面図である。

【 0 0 6 9 】

図 1 1 を参照すると、図 1 の窒化物半導体層 2 5、2 7、2 9 が形成された後、前記窒化物半導体層をパターンングし、互いに分離された発光セル 9 0 が形成される。前記発光セル 9 0 は、それぞれ第 1 の導電型半導体層 2 5、前記第 1 の導電型半導体層 2 5 上に配置される第 2 の導電型半導体層 2 9、及び第 1 の導電型半導体層 2 5 と第 2 の導電型半導体層 2 9 との間に介在された活性層 2 7 を有する。前記第 1 の導電型半導体層 2 5 及び第 2 の導電型半導体層 2 9 は、図示のように同一の幅及び面積を有してもよい。

40

【 0 0 7 0 】

ここに図示したように、GaN 成長基板 2 1 上に窒化物半導体層 2 5、2 7、2 9 を成長させる前に、窒化物の核層及び/またはバッファ層 2 3 を先に成長させてもよい。前記バッファ層 2 3 も、前記窒化物半導体層 2 5、2 7、2 9 のパターンング中に複数の領域に分離されてもよい。

【 0 0 7 1 】

50

一方、前記発光セルを形成する間、前記窒化物半導体層 25、27、29 が除去される分離領域の下方の前記基板 21 も部分的にエッチングされ、リセス領域が形成される。前記リセス領域は、ストライプ状に互いに離隔してもよく、または、メッシュ状に互いに連結されていてもよい。前記バッファ層 23 が相対的に厚い場合、前記リセス領域は、前記バッファ層 23 内に限定してもよい。

【0072】

次いで、前記リセス領域を充填する絶縁層 91 が形成される。前記絶縁層 91 は、発光セル間の領域を充填する。一方、前記発光セル 90 の上部面は露出する。前記絶縁層 91 は、例えば、SiO₂、シリコン酸化膜またはシリコン窒化膜等のような絶縁物質で形成されてもよい。絶縁物質を発光セル上に塗布または蒸着した後、第 2 の導電型半導体層 29 の上部面が露出するように、前記絶縁物質を部分的に除去して、絶縁層 91 を形成してもよい。これとは異なり、前記リセス領域を充填する絶縁層を形成した後、前記発光セル 90 の側面を覆う側面絶縁層を形成してもよい。

【0073】

前記露出した第 2 の導電型半導体層上に電極 E が形成される。前記電極 E は、それぞれ発光セル 90 の第 2 の導電型半導体層に電氣的に接続され、隣り合う発光セル側に延びる。前記電極 E は、それぞれ第 2 の導電型半導体層 29 上に形成された反射層 93 及び前記反射層 93 を覆う保護金属層 95 を含んでもよい。この際、前記保護金属層 95 が、隣り合う発光セル側に延びる。これにより、前記保護金属層 95 は、絶縁層 91 上に延びる。但し、前記電極 E は、互いに離隔している。

【0074】

図 12 を参照すると、前記電極 E 上に層間絶縁層 101 が形成される。層間絶縁層 101 は、電極 E を覆い、電極 E 間のギャップを充填する。層間絶縁層 101 の材質は、特に限定されるものではなく、シリコン酸化膜またはシリコン窒化膜で形成されてもよい。

【0075】

前記層間絶縁層 101 上にボンディングメタル 103 が形成され、第 2 の基板 111 上にボンディングメタル 105 が形成される。前記ボンディングメタル 103 は、例えば、AuSn (80/20 wt%) で形成されてもよい。前記第 2 の基板 111 は、特に限定されないが、基板 21 と同一の熱膨張係数を有する基板であることが好ましい。

【0076】

前記ボンディングメタル 103、105 を向い合うようにボンディングすることにより、第 2 の基板 111 が前記層間絶縁層 101 上にボンディングされる。

【0077】

図 13 を参照すると、図 6 を参照して説明したように、前記基板 21 が少なくとも部分的に除去される。前記基板 21 が除去された後、GaN 系物質層、例えば、前記基板 21 の残余部分または前記バッファ層 23 や、第 1 の導電型半導体層 25 が露出する。また、リセス領域を充填する絶縁層 91 が露出する。

【0078】

図 14 を参照すると、前記露出した絶縁層 91 をパターニングし、前記電極 E を露出させる開口部 91a が形成される。開口部 91a は、隣り合う発光セル側に延長された電極 E、例えば、保護金属層 95 を露出させる。また、前記第 1 の導電型半導体層 25 を覆う基板 21 の残余部分及びバッファ層 23 の一部をパターニングし、第 1 の導電型半導体層 25 を露出させる開口部 92a を形成してもよい。

【0079】

図 15 を参照すると、発光セル 90 を電氣的に接続する配線 113 が形成される。前記配線 113 のそれぞれは、その一端部が、一つの発光セルの第 1 の導電型半導体層 25、すなわち、図 15 において上部半導体層 25 に電氣的に接続され、他端部は、それに隣接した発光セルの第 2 の導電型半導体層 29、すなわち、図 15 において下部半導体層 29 に電氣的に接続された電極 E に電氣的に接続される。前記発光セル 90 の第 1 の導電型半導体層 25 上に基板 21 の残余部分及びバッファ層 23 を残留させてもよい。前記配線 1

10

20

30

40

50

１３は、それぞれその一端部が、前記開口部９２aを通じて前記第１の導電型半導体層２５に電氣的に接続されてもよい。

【００８０】

前記配線１１３によって、基板１１１の上部に、発光セルの直列アレイまたは少なくとも二つの直列アレイが形成されてもよい。これにより、高電圧直流電源下または交流電源下で駆動される発光素子が提供され得る。また、基板１１１上において、配線１１３によって発光セルの直列アレイが形成され、前記直列アレイが前記基板１１１上に形成されたブリッジ整流器に接続されることにより、発光セルは、交流電源によって駆動することができる。ブリッジ整流器も、配線１１３によって発光セル９０を接続して形成してもよい。

10

【００８１】

前記配線１１３を形成する前またはその後に、前記第１の導電型半導体層２５を覆うGaN系物質層、例えば、前記基板２１の残余部分及びバッファ層２３に粗面Rが形成されてもよい。第１の導電型半導体層２５が露出した場合、第１の導電型半導体層２５に粗面Rが形成されてもよい。

【００８２】

また、前記配線１１３を形成する前、配線１１３の接着力またはオーム接触特性を向上させるために、パッド（図示せず）が、第１の導電型半導体層２５及び／または電極E上に形成されてもよい。

【００８３】

20

本発明によるとれば、複数の非極性発光セルを有する発光素子を提供することができる。特に、GaN基板を成長基板として用い、複数の非極性発光セルを有する発光素子を提供することができる。さらに、発光セルを分離する間、金属の露出が防止されるので、金属エッチング副産物の発生を防止することができ、特に、反射層の酸化またはエッチング損傷を防止することができる。

【００８４】

以上、本発明についていくつかの実施形態を挙げて説明したが、本発明は、上述した実施形態に限定されず、当業者であれば、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で、様々な変形及び変更が可能である。このような変形及び変更は、下記の特許請求の範囲で定義される本発明の範囲に含まれる。

30

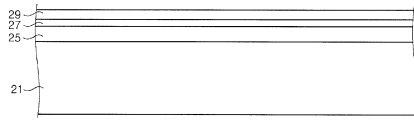
【符号の説明】

【００８５】

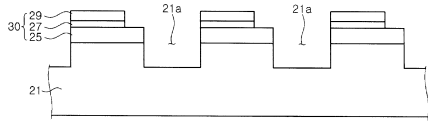
- ２１ 基板
- ２５ 第１の導電型半導体層
- ２７ 活性層
- ２９ 第２の導電型半導体層
- ３０ 発光セル
- ７１ 絶縁層
- ７３ 反射層
- ７５ 保護金属層

40

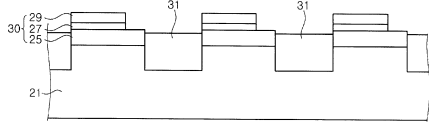
【図 1】



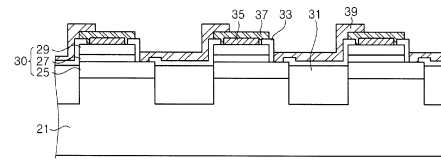
【図 2】



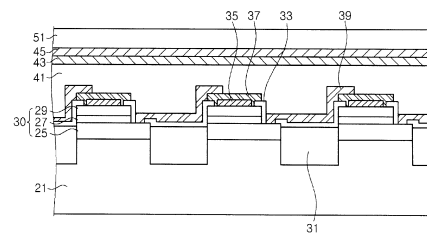
【図 3】



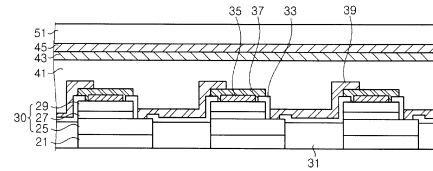
【図 4】



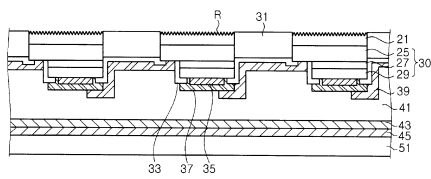
【図 5】



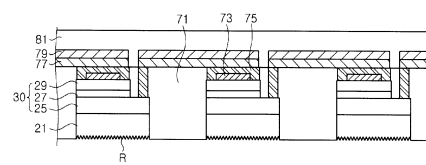
【図 6】



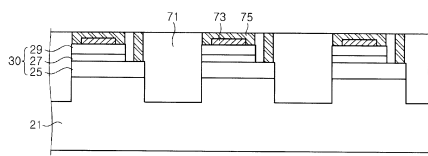
【図 7】



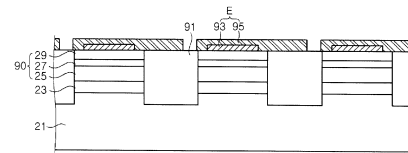
【図 10】



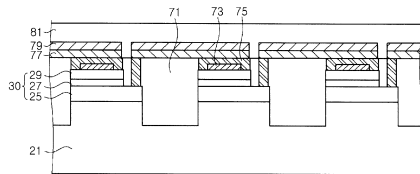
【図 8】



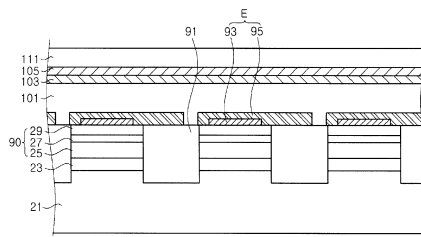
【図 11】

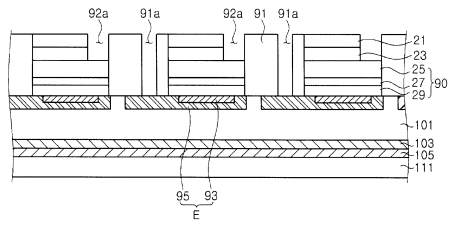


【図 9】



【図 12】





フロントページの続き

- (72)発明者 金 光 中
大韓民国 京畿道安山市檀園區元時洞 7 2 7 - 5 1 ブロック - 3 6
- (72)発明者 徐 原 哲
大韓民国 京畿道安山市檀園區元時洞 7 2 7 - 5 1 ブロック - 3 6
- (72)発明者 金 大 原
大韓民国 京畿道安山市檀園區元時洞 7 2 7 - 5 1 ブロック - 3 6
- (72)発明者 葛 大 成
大韓民国 京畿道安山市檀園區元時洞 7 2 7 - 5 1 ブロック - 3 6
- (72)発明者 内 景 熙
大韓民国 京畿道安山市檀園區元時洞 7 2 7 - 5 1 ブロック - 3 6

審査官 高 椋 健 司

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 3 2 4 5 8 1 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 4 5 2 3 2 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 3 3 1 9 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 4 7 9 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 8 6 9 5 9 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 3 0 0 8 8 6 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 1 6 9 3 3 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 6 6 7 0 4 (J P , A)
特表 2 0 0 8 - 5 2 3 6 3 7 (J P , A)
特表 2 0 0 7 - 5 2 9 1 0 5 (J P , A)
特表 2 0 0 8 - 5 2 7 7 1 9 (J P , A)
特表 2 0 0 5 - 5 2 2 8 7 3 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 8 / 1 1 5 2 1 3 (W O , A 1)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4