

(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.

H01L 33/32 (2010.01)

F 1

H01L 33/00 186

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-264005 (P2009-264005)
 (22) 出願日 平成21年11月19日 (2009.11.19)
 (65) 公開番号 特開2010-157692 (P2010-157692A)
 (43) 公開日 平成22年7月15日 (2010.7.15)
 審査請求日 平成24年10月18日 (2012.10.18)
 (31) 優先権主張番号 10-2008-0138238
 (32) 優先日 平成20年12月31日 (2008.12.31)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(73) 特許権者 506029004
 ソウル バイオシス カンパニー リミテッド
 SEOUL VIOSYS CO., LTD.
 大韓民国 ギヨンギード アンサンシ
 ダンウォング サンダンロ 163ペ
 オンギル 65-16
 65-16, Sandan-ro 163
 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 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、前記発光セルを電気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気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気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】

10

20

30

40

50

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、前記電極に電気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耗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。

【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。

【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、单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、单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。

【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気的に離隔させ、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気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基板によって電気的に接続されるという問題があった。

10

20

30

40

50

【0007】

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】****【0008】**

10

【特許文献1】韓国特許登録第10-0599012号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

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。

【0010】

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

【0011】

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。

【0012】

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

【0013】

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気的に分離されるように前記基板を除去してもよい。

【0014】

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。

【0015】

前記GaN基板は、ポリッキ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

【0016】

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。

【0017】

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。

【0018】

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、前記発光セルを電気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。10 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よい。

【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、前記発光セルを覆つてもよい。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気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。

【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、前記発光セルに電気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。

【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。

【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テーニングし、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気的に接続される。

【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

10

20

30

40

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気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気的に絶縁され、従って、複数の発光セルが互いに電気的に絶縁される。

【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プまたは不純物ドープ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気的に接続され、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、前記発光セルを電気的に接続し、それぞれ一端部は、一つの発光セルの上部半導体層に電気的に接続され、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気的に接続された電極に電気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気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気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。 20

【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。

【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充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 21 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 21 は、a 面 GaN 基板となる。

【0043】

前記窒化物半導体層 25、27、29 は、第1の導電型半導体層 25、活性層 27、及び第2の導電型半導体層 29 を有する。これらの窒化物半導体層 25、27、29 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 27 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 25 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 21 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 25、27、29 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 25、活性層 27、及び第2の導電型半導体層 29 は、IIIN 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 21 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 21 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 25、活性層 27、及び第2の導電型半導体層 29 を有する窒化物半導体層がパターニングされ、複数の発光セル 30 が形成される。前記発光セル 30 は、それぞれ、第1の導電型半導体層 25、前記第1の導電型半導体層 25 の一部領域上に配置される第2の導電型半導体層 29、及び第1の導電型半導体層 25 と前記第2の導電型半導体層 29 との間に介在された活性層 27 を有する。このような発光セル 30 は、それぞれ第1の導電型半導体層 25 の他の領域を露出させるように、第2の導電型半導体層 29 及び活性層 27 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 30 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 21 も、部分的にエッチングされ、リセス領域 21a が形成される。前記リセス領域 21a 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 21a を充填する絶縁層 31 が形成される。前記絶縁層 31 は、第1の導電型半導体層 25 の上部面の下方において、発光セル 30 間の領域を充填する。絶縁層 31 は、例えば、SOG、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 25 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 31 を形成してもよい。

【0050】

図4を参照すると、前記絶縁層 31 上において、前記発光セルの側面を覆う側面絶縁層 33 が形成される。側面絶縁層 33 は、発光セル 30 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 25 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 30 上に、例えば第2の導電型半導体層 29 上に反射層 35 が形

10

20

30

40

50

成される。前記反射層 35 は、例えば、Ag または Al 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、Ni、Ti、Ta、Pt、W、Cr、Pd 等で形成されてもよい。

【0052】

その後、前記発光セル 30 を電気的に接続する配線 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 に電気的に接続され得る。一方、前記反射層 35 及び / または保護金属層 37 は、省略されてもよく、配線 39 が直接第2の導電型半導体層 29 に接続されてもよい。
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、GaN 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、これらのボンディング金属 43、45 を互いに接合されてもよい。
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、GaN 基板 21 を少なくとも部分的に除去する。GaN 基板 21 は、ポリッシングまたはエッティング工程によって除去され得る。この際、前記リセス領域 21a を充填する絶縁層 31 が露出する。

【0056】

GaN 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GaN 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、GaN 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ティング工程においてエンドポイントを設定しやすく、GaN 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】

GaN 基板 21 を部分的に除去した場合、前記GaN 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、GaN 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GaN 基板 21 を除去した後、残留するGaN 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、PEC（光電気化学、Photovoltaic electrochemical）エッティ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。

【0061】

図8を参照すると、図2の発光セル30が形成された後、前記発光セル30を覆う絶縁層71が形成される。絶縁層71は、基板21のリセス領域を充填し、また、発光セル30の側面を覆う。前記絶縁層71は、第1の導電型半導体層25の他の領域上、及び前記第2の導電型半導体層29上に開口部を有する。

【0062】

前記絶縁層71は、リセス領域を充填し、前記発光セル30を覆う絶縁物質を形成した後、前記絶縁物質をパターニ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30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

【0063】

第2の導電型半導体層29上には、反射層73及び保護金属層75が形成されてもよく、前記第1の導電型半導体層25上の開口部は、金属物質で充填されてもよい。

【0064】

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25と、それに隣り合う発光セルの第2の導電型半導体層29とを電気的に接続するボンディングメタル77が形成される。前記ボンディングメタル77は、互いに離隔して発光セル30を直列接続する。前記ボンディングメタル77は、絶縁層71上に形成され、絶縁層71の開口部内に形成された金属物質を電気的に接続する。これとは異なり、前記ボンディングメタル77が開口部を通じて、第1の導電型半導体層25と第2の導電型半導体層29を電気的に接続してもよい。20

【0065】

一方、第2の基板81上にボンディングメタル79が形成される。ボンディングメタル79は、それぞれボンディングメタル77に対応して形成され、それぞれ前記ボンディングメタル77上にボンディングされる。

【0066】

図10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。また、前記基板21が除去された後、基板21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25に粗面が形成されてもよい。30

【0067】

この実施形態によると、ボンディングメタル77によって発光セルが電気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77の電気的接続によって、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。

【0068】

図11～図15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。

【0069】

図11を参照すると、図1の窒化物半導体層25、27、29が形成された後、前記窒化物半導体層をパターニングし、互いに分離された発光セル90が形成される。前記発光セル90は、それぞれ第1の導電型半導体層25、前記第1の導電型半導体層25上に配置される第2の導電型半導体層29、及び第1の導電型半導体層25と第2の導電型半導体層29との間に介在された活性層27を有する。前記第1の導電型半導体層25及び第2の導電型半導体層29は、図示のように同一の幅及び面積を有してもよい。40

【0070】

ここに図示したように、GaN成長基板21上に窒化物半導体層25、27、29を成長させる前に、窒化物の核層及び/またはバッファ層23を先に成長させてもよい。前記バッファ層23も、前記窒化物半導体層25、27、29のパターニング中に複数の領域に分離されてもよい。

【0071】

10

20

30

40

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、SOG、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。

10

【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気的に接続され、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。

20

【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】

30

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。

40

【0079】

図 15 を参照すると、発光セル 90を電気的に接続する配線 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に電気的に接続され、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に電気的に接続された電極 Eに電気的に接続される。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

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に電気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】

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ティング損傷を防止することができる。

20

【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

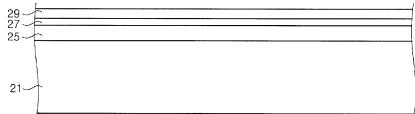
【符号の説明】

【0085】

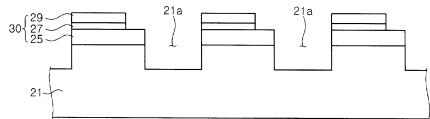
- 21 基板
- 25 第1の導電型半導体層
- 27 活性層
- 29 第2の導電型半導体層
- 30 発光セル
- 71 絶縁層
- 73 反射層
- 75 保護金属層

40

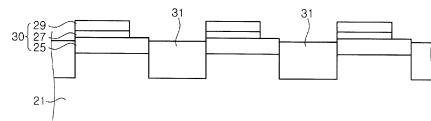
【図1】



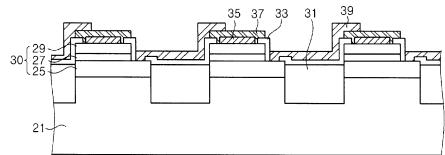
【図2】



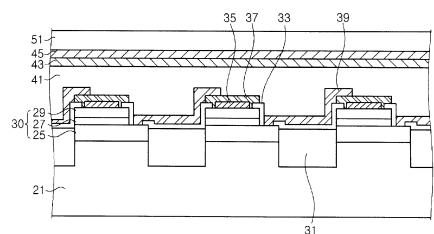
【図3】



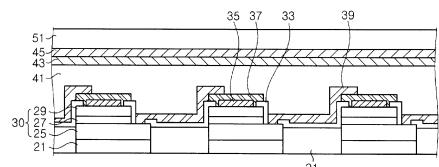
【図4】



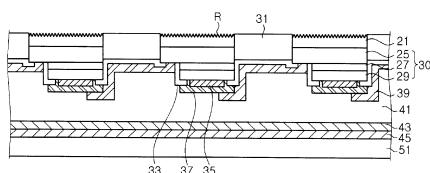
【図5】



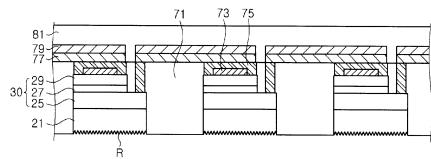
【図6】



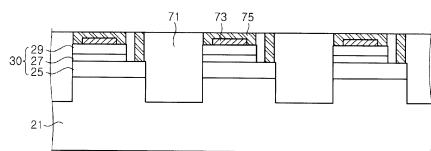
【図7】



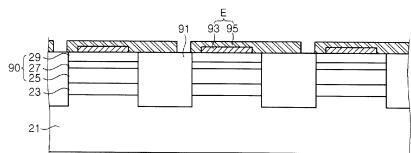
【図10】



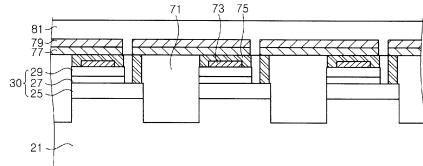
【図8】



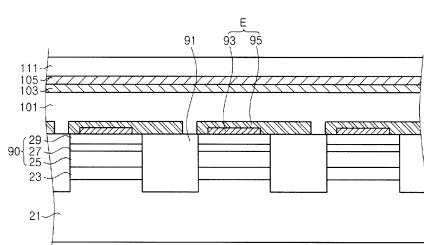
【図11】



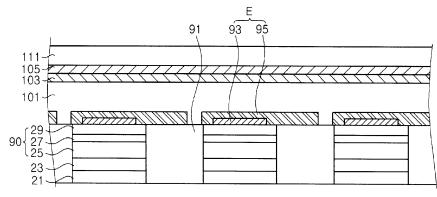
【図9】



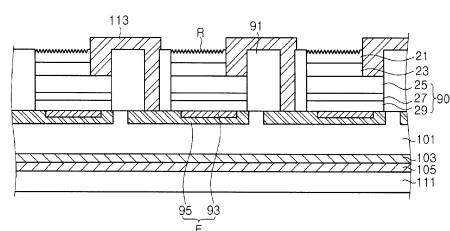
【図12】



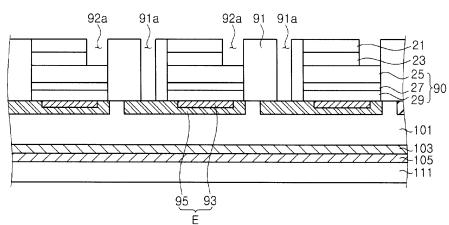
【図13】



【図15】



【図14】



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洞727-5 1 ブロック - 36

(72)発明者 徐 原 哲

大韓民国 京畿道安山市檀園區元時洞727-5 1 ブロック - 36

(72)発明者 金 大 原

大韓民国 京畿道安山市檀園區元時洞727-5 1 ブロック - 36

(72)発明者 葛 大 成

大韓民国 京畿道安山市檀園區元時洞727-5 1 ブロック - 36

(72)発明者 内 景 熙

大韓民国 京畿道安山市檀園區元時洞727-5 1 ブロック - 36

審査官 高椋 健司

(56)参考文献 特開2007-324581(JP,A)

特開2006-245232(JP,A)

特開2005-033197(JP,A)

特開2004-047988(JP,A)

特開2008-186959(JP,A)

特開2008-300886(JP,A)

特開2006-216933(JP,A)

特開2008-066704(JP,A)

特表2008-523637(JP,A)

特表2007-529105(JP,A)

特表2008-527719(JP,A)

特表2005-522873(JP,A)

国際公開第2008/115213(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64