

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第3916011号

(P3916011)

(45) 発行日 平成19年5月16日 (2007.5.16)

(24) 登録日 平成19年2月16日 (2007.2.16)

(51) Int. Cl.

H 0 1 L 33/00 (2006.01)

F I

H 0 1 L 33/00

E

H 0 1 L 33/00

C

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平9-38198	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成9年2月21日 (1997.2.21)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開平10-242516		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(43) 公開日	平成10年9月11日 (1998.9.11)	(74) 代理人	100078282
審査請求日	平成16年2月9日 (2004.2.9)		弁理士 山本 秀策
前置審査		(74) 代理人	100062409
			弁理士 安村 高明
		(74) 代理人	100107489
			弁理士 大塩 竹志
		(72) 発明者	幡 俊雄
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		審査官	檀本 英吾
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、

前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域に積層されており、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層に対してショットキー特性を有する Ti 製のショットキー電極と、

該ショットキー電極上に積層された Au 製のP型ボンディング用電極と、

前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の略全体に設けられており、前記P型ボンディング用電極上に一部が積層されるとともに、該積層された部分を除いて、前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層とオーミックコンタクトするように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面に積層された透光性電極とを有し、

該透光性電極が、Ni と該 Ni 上に積層された Au との積層構造にて構成されていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】

基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、

前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域を除いた略全体に積層され

10

20

ており、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層とオーミックコンタクトする金属製の透光性電極と、

前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面における前記透光性電極が設けられていない領域から前記透光性電極上にわたって積層されており、前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層に対してショットキー特性を有するT i製のショットキー電極と、

該ショットキー電極上に積層されたA u製のP型ボンディング用電極とを有し、

前記透光性電極が、N iと該N i上に積層されたA uとの積層構造にて構成されていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項3】

基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、

該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域に、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層に対してショットキー特性を有するT i製のショットキー電極を積層する工程と、

該ショットキー電極上にA u製のP型ボンディング用電極を積層する工程と、

前記P型ボンディング用電極上および前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面上に積層されるように、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の略全体に、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面とオーミックコンタクトする透光性電極をN iと該N i上に積層されたA uとの積層構造で形成する工程とを包含する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項4】

基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、

該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の略全体に、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層とオーミックコンタクトする透光性電極をN iと該N i上に積層されたA uとの積層構造で形成する工程と、

該透光性電極の表面の一部の領域を切り欠き、この切り欠かれた領域の表面から前記透光性電極上にわたって、前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層に対してショットキー特性を有するT i製のショットキー電極を積層する工程と、

該ショットキー電極上にA u製のP型ボンディング用電極を積層する工程とを包含する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、青色領域から紫外光領域で発光可能な半導体レーザやダイオード等の発光素子として使用される窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関し、特にP型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

図11及び図12は、この種の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の従来例を示す。この窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、絶縁性のサファイヤ基板6上に、バッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層してなる。更に、発光透光面3となるP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上には透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'が形成されている。

【0003】

ここで、透光性電極1'はN iとA uの積層構造で構成されている。また、P型ボンディング用電極2'は、A l単体、又はA u、A l及びC rより選択された少なくとも2種類

10

20

30

40

50

以上の材料より構成されている。

【0004】

また、透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'は、基板として絶縁性のサファイヤ基板6を使用し、かつ最表面のP型窒化ガリウム系化合物半導体層9を発光透光面3とするため、発光領域全面に形成されている。なお、図11において、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9が形成されておらず、一段低くなったN型窒化ガリウム系化合物半導体層8上には、N型ボンディング用電極4が形成されている。

【0005】

図12は、透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'の具体的な配置関係を示す。即ち、同図に示すように、矩形状の透光性電極1'の隅部を切り欠いて窓部13を形成し、この窓部13にP型ボンディング用電極2'が形成されている。図11に示すように、P型ボンディング用電極2'の一部は透光性電極1'に重畳している。

10

【0006】

なお、上記構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、例えば特開平7-94782号公報に開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、透光性電極1'及びP型ボンディング用電極2'の材質に起因して、以下に示す問題点があった。

【0008】

20

P型ボンディング用電極2'は、上記のように、Al単体、又はAu、Al及びCrより選択された少なくとも2種類以上の材料より構成されるが、Alを使用する場合は、

(1) Alは表面酸化しやすいため、ワイヤーボンディングの際にボンディングワイヤーが剥がれやすく、信頼性及び歩留まりが低下する。

【0009】

(2) P型ボンディング用電極2'とボンディングワイヤーとの電氣的接触性が悪くなり、信頼性が低下する。

【0010】

(3) 透光性電極1'のAuとの相互拡散が激しく、Alが透光性電極1'にマイグレーションするため、透光性電極1'が変質し、透過率の低下及びオーミックコンタクトの悪化を招き、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を著しく低下させる。

30

【0011】

また、P型ボンディング用電極2'としてCrを使用する場合は、

(4) CrはAlと同様に透光性電極1'にマイグレーションするため、透光性電極1'が変質し、透過率の低下及びオーミックコンタクトの悪化を招き、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を著しく低下させる。

【0012】

また、P型ボンディング用電極2'として、Auを使用する場合は、

(5) AuはP型窒化ガリウム系化合物半導体層9に対し熱処理なしでもオーミックコンタクトが得られるため、P型ボンディング用電極2'の直下にも電流が注入される。このため、発光層にて発生する光は、P型ボンディング用電極2'により阻害され、外部発光効率が低下する。

40

【0013】

このように、上記構造の従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'の材質のいずれの組み合わせを選択したとしても、上記した問題点があった。

【0014】

本発明は、このような現状に鑑みてなされたものであり、信頼性を向上でき、かつ外部発光効率を向上できる窒化ガリウム系化合物半導体発光素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

50

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面にP型ボンディング用電極と透光性電極が形成され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の該P型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、該透光性電極と該P型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される構造を有しており、そのことにより上記目的が達成される。

10

【0016】

好ましくは、P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造を、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層と該P型ボンディング用電極との間に形成されたショットキー電極と、該P型ボンディング用電極及び該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極で構成する。

【0017】

また、好ましくは、P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造を、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極と、該透光性電極の表面の隅部を切り欠いて形成されたショットキー電極及び該P型ボンディング用電極の積層構造で構成する。

20

【0018】

また、好ましくは、P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造を、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域に形成されたショットキー電極と、該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極と、該透光性電極上の該ショットキー電極の上方に相当する部分に形成された該P型ボンディング用電極で構成する。

30

【0019】

また、好ましくは、前記ショットキー電極がTi、前記P型ボンディング用電極がAu、前記透光性電極がNi及びAuの積層構造である。

【0020】

本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域にショットキー電極及びP型ボンディング用電極をこの順に形成する工程と、該ショットキー電極及び該P型ボンディング用電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程とを包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

40

【0021】

また、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程と、該透光性電極の表面の隅部を切り欠き、この部分にショットキー電極とP型ボンディング用電極からなる積層構造を形成する工程とを包含しており、そのことにより

50

上記目的が達成される。

【0022】

また、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域にショットキー電極を形成する工程と、該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程と、該透光性電極上の該ショットキー電極の上方に相当する部分に該P型ボンディング用電極を形成する工程とを包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

10

【0023】

以下に本発明の作用を説明する。

【0024】

P型ボンディング用電極の直下での電流注入を阻止し、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流を注入する構造によれば、オーミックコンタクトしている領域のみの電流密度と発光密度を高くできる。このため、発光層、即ち活性層からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。即ち、外部発光効率を向上できる。

【0025】

上記構造は、一例として、P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面上にショットキー電極とP型ボンディング用電極の積層構造を形成することにより実現される。より具体的には、P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面上にショットキー電極としてTiを形成し、その上にP型ボンディング用電極としてAuを形成する。TiはP型窒化ガリウム系化合物半導体層に対してショットキー特性を有するため、P型ボンディング用電極の直下での電流注入を阻止できる。

20

【0026】

また、上記のように材質AuからなるP型ボンディング用電極を用いると、マイグレーションによってNiとAuの積層構造からなる透光性電極が変質することがないので、透過率の低下及びオーミックコンタクトの低下を来すことがない。このため、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を向上できる。

30

【0027】

この結果、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子によれば、上記従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に比べて約2倍の輝度改善を図れることが確認できた。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を図面に基づき具体的に説明する。

【0029】

(実施形態1)

図1～図4は本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す。まず、図1及び図2に基づき本実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の概略構造について説明する。

40

【0030】

この窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、絶縁性基板であるサファイヤ基板6上に、バッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層して形成されている。加えて、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上、即ち発光透光面3上には、ショットキー電極2aが形成され、その上にP型ボンディング用電極2bが形成されている。図2に示すように、ショットキー電極2a及びP型ボンディング用電極2bは、発光透光面3の隅部に形成されている。また、これらは透光性電極1によって覆われている。

【0031】

50

なお、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9が形成されておらず、一段低くなったN型窒化ガリウム系化合物半導体層8上には、N型ボンディング用電極4が形成されている。

【0032】

次に、図3に基づき上記構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について説明する。

【0033】

まず、同図(a)に示すように、サファイヤ基板6上にバッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層形成する。次に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8が露出するまでP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の一部をエッチングする。図中の符号5はこのエッチング領域を示す。

10

【0034】

次に、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上、即ち発光透光面3上の隅部にショットキー電極2aを形成し、続いて、その上にP型ボンディング用電極2bを形成する。

【0035】

次に、同図(b)に示すように、P型ボンディング用電極2bと発光透光面3の表面上に透光性電極1を形成する。

【0036】

次に、同図(c)に示すように、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8の表面上にN型ボンディング用電極4を形成する。以上の工程によって、図1及び図2に示す本実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が作製される。

20

【0037】

ここで、本実施形態1では、上記のショットキー電極2aは、Tiを20～500nm（例えば、25nm）積層して形成した。また、P型ボンディング用電極2bは、Auを0.5～1μm（例えば、800nm）積層して形成した。

【0038】

このような電極構造によれば、TiはP型窒化ガリウム系化合物半導体層9に対してショットキー特性を有するため、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9のP型ボンディング用電極2bの直下に位置する領域に電流が注入されるのを阻止できる。

【0039】

また、透光性電極1はAu及びNiの積層構造とし、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上にNiを3～15nm（例えば、3nm）形成し、その上にAuを3～15nm（例えば、4nm）形成した。ここで、NiはP型窒化ガリウム系化合物半導体層9に対してオーミックコンタクトを示す。このため、図4に示すように、透光性電極（オーミック電極）1のNiとP型窒化ガリウム系化合物半導体層9が接触している領域のみに電流を流すことができる。

30

【0040】

それ故、本実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子によれば、このオーミックコンタクトしている領域のみの電流密度を高く、かつ発光密度を高くできるので、発光層、つまり活性層7からの発生光を図4に示すように、効率よく外部に取り出すことができる。この結果、本発明者等の実験結果によれば、上記従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に比べて約2倍の輝度改善を図れることが確認できた。

40

【0041】

なお、Ti、Au、Niは真空蒸着法、電子ビーム蒸着法等を用いて形成することができる。

【0042】

また、ショットキー電極2aは上記のように金属材料で形成されているため、Au及びNiと同じ製造方法を用いて容易に作製することができる。従って、その分、製造効率の向上に寄与できる。

【0043】

また、透光性電極1の厚みが薄いため、透光性電極1がショットキー電極2aの段差部に

50

て不連続となっても、ショットキー電極 2 a は金属であるため、P 型ボンディング用電極 2 b と透光性電極 1 は電氣的に接触が可能である。

【0044】

(実施形態 2)

図 5～図 7 は本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態 2 を示す。本実施形態 2 の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、電極構造のみが実施形態 1 の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と異なっている。即ち、図 5 及び図 6 に示すように、本実施形態 2 の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子では、透光性電極 1 の隅部を切り欠いた部分の P 型窒化ガリウム系化合物半導体層 9 の表面上、即ち発光透光面 3 上にショットキー電極 2 a と P 型ボンディング用電極 2 b からなる積層構造を形成している。なお、実施形態 1 の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と対応する部分には同一の符号を付してある。

10

【0045】

次に、図 7 に基づきこの窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について説明する。

【0046】

まず、同図 (a) に示すように、サファイヤ基板 6 上にバッファ層 7、n 型窒化ガリウム系化合物半導体層 8 及び P 型窒化ガリウム系化合物半導体層 9 をこの順に積層形成する。次に、N 型窒化ガリウム系化合物半導体層 8 が露出するまで P 型窒化ガリウム系化合物半導体層 9 の一部をエッチングする。図中の符号 5 はこのエッチング領域を示す。続いて、P 型窒化ガリウム系化合物半導体層 9 の表面上、即ち発光透光面 3 上に隅部を切り欠いた透光性電極 1 を形成する。

20

【0047】

次に、同図 (b) に示すように、透光性電極 1 の隅部を切り欠いた部分の P 型窒化ガリウム系化合物半導体層 9 の表面上にショットキー電極 2 a を形成し、続いてその上に P 型ボンディング用電極 2 b を形成する。

【0048】

次に、同図 (c) に示すように、N 型窒化ガリウム系化合物半導体層 8 の表面上に N 型ボンディング用電極 4 を形成する。以上の工程によって、図 5 及び図 6 に示す本実施形態 2 の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が作製される。

【0049】

30

ここで、本実施形態 2 においても、ショットキー電極 2 a の材質は Ti であり、その厚みも実施形態 1 と同様である。また、P 型ボンディング用電極 2 b の材質、厚みも同様である。更に、透光性電極 1 も同様の Au 及び Ni からなる積層構造であり、その厚みも同様である。

【0050】

このため、本実施形態 2 においても、実施形態 1 同様に、オーミックコンタクトしている領域のみの電流密度を高く、かつ発光密度を高くできるので、発光層、つまり活性層 7 からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。

【0051】

(実施形態 3)

40

図 8～図 10 は本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態 3 を示す。本実施形態 3 の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、電極構造のみが実施形態 1 及び実施形態 2 の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と異なっている。

【0052】

即ち、図 8 及び図 9 に示すように、本実施形態 3 の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子では、P 型窒化ガリウム系化合物半導体層 9 の表面の一部の領域にショットキー電極 2 a を形成し、このショットキー電極 2 a を覆うように P 型窒化ガリウム系化合物半導体層 9 の全面に透光性電極 1 を形成し、透光性電極 1 上のショットキー電極 2 a の上方に相当する部分に P 型ボンディング用電極 2 b を形成している。なお、実施形態 1 及び実施形態 2 の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と対応する部分には同一の符号を付してある。

50

【0053】

次に、図10に基づきこの窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について説明する。

【0054】

まず、同図(a)に示すように、サファイヤ基板6上にバッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層形成する。次に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8が露出するまでP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の一部をエッチングする。図中の符号5はこのエッチング領域を示す。続いて、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9表面の一部の領域にショットキー電極2aを形成する。

10

【0055】

次に、同図(b)に示すように、ショットキー電極2aを覆うようにP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の全面に透光性電極1を形成する。

【0056】

次に、同図(c)に示すように、透光性電極1上のショットキー電極2aの上方に相当する部分にP型ボンディング用電極2bを形成する。また、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8の表面上にN型ボンディング用電極4を形成する。以上の工程によって、図8及び図9に示す本実施形態3の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が作製される。

【0057】

ここで、本実施形態3においても、ショットキー電極2aの材質はTiであり、その厚みも実施形態1及び実施形態2と同様である。また、P型ボンディング用電極2bの材質、厚みも同様である。更に、透光性電極1も同様のAu及びNiからなる積層構造であり、その厚みも同様である。

20

【0058】

このため、本実施形態3においても、実施形態1及び実施形態2同様に、オーミックコンタクトしている領域のみの電流密度を高く、かつ発光密度を高くできるので、発光層、つまり活性層7からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。

【0059】

(その他の実施形態)

以上の実施形態1～実施形態3では、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造はホモ構造のものについて説明したが、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子であれば、ダブルヘテロ構造、シングルヘテロ構造、単一量子井戸活性層及び多量子井戸活性層を持つダブルヘテロ構造等あらゆる構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に適用できることは言うまでもない。

30

【0060】

また、上記の各実施形態では、基板としてサファイヤ基板を用いたが、他の絶縁性の基板を用いることも可能であるし、導電性の基板、例えばSiC基板、GaN基板を用いることも可能である。

【0061】

【発明の効果】

40

以上の本発明によれば、P型ボンディング用電極の直下での電流注入を阻止し、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流を注入することができるので、オーミックコンタクトしている領域のみの電流密度と発光密度を高くできる。このため、発光層、即ち活性層からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。即ち、外部発光効率を向上できる。

【0062】

また、特に請求項5記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子によれば、マイグレーションによってNiとAuの積層構造からなる透光性電極が変質することがないので、透過率の低下及びオーミックコンタクトの低下を来すことがない。このため、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を向上できる。

50

【0063】

また、特に請求項6～請求項8記載の製造方法によれば、そのような特性を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を作製できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す断面図。

【図2】 本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す平面図。

【図3】 本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す、(a)～(c)は製造工程図。

【図4】 本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す特性説明図。

【図5】 本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す断面図。

10

【図6】 本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す平面図。

【図7】 本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す、(a)～(c)は製造工程図。

【図8】 本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す断面図。

【図9】 本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す平面図。

【図10】 本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す、(a)～(c)は製造工程図。

【図11】 従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面図。

【図12】 従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の平面図。

【符号の説明】

20

1 透光性電極

2 a ショットキー電極

2 b P型ボンディング用電極

3 発光透光面

4 N型ボンディング用電極

5 エッチング領域

6 サファイヤ基板

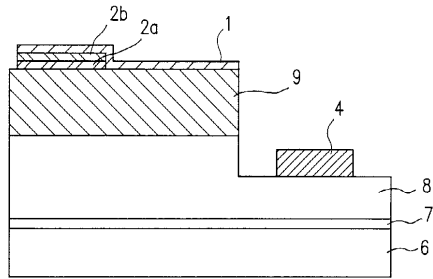
7 バッファ層

8 N型窒化ガリウム系化合物半導体層

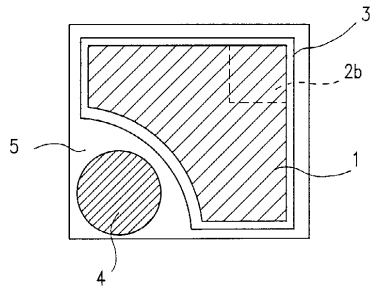
9 P型窒化ガリウム系化合物半導体層

30

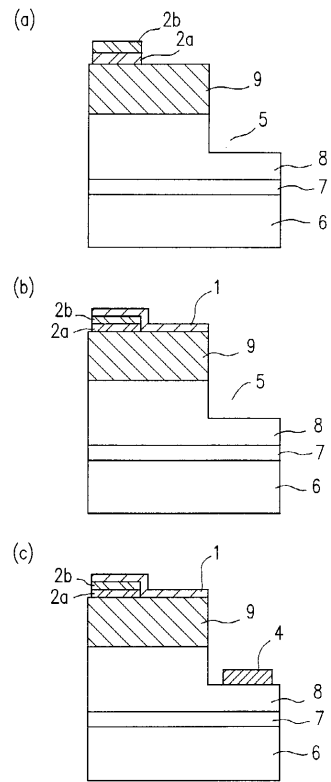
【図 1】



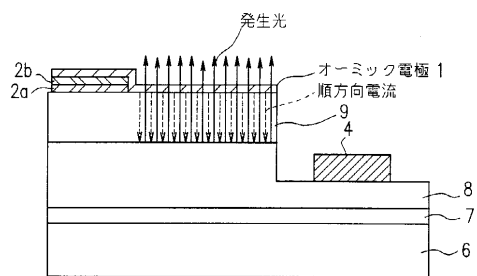
【図 2】



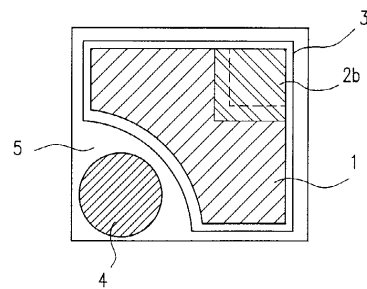
【図 3】



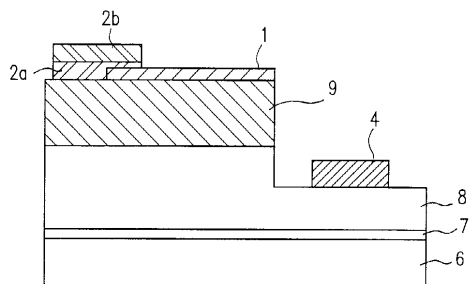
【図 4】



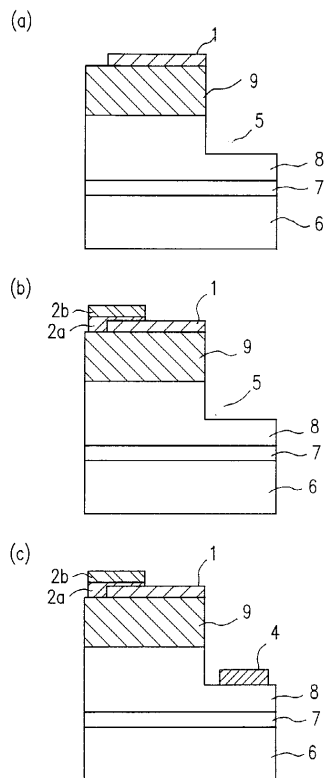
【図 6】



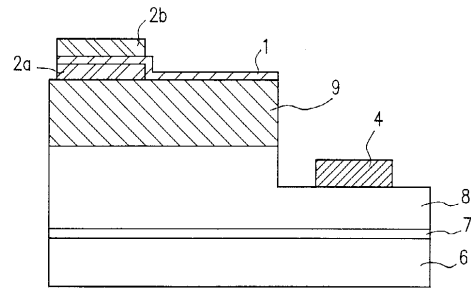
【図 5】



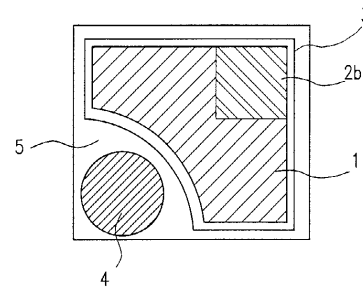
【図 7】



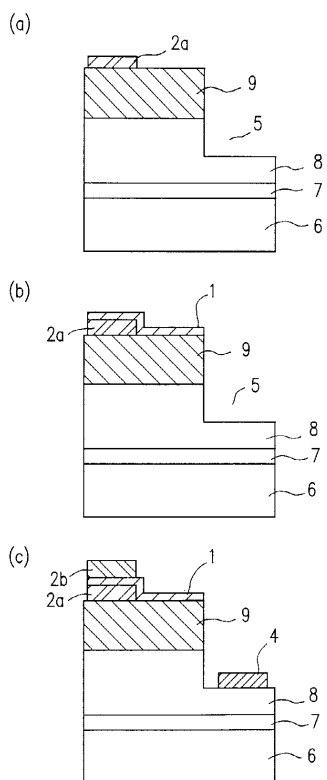
【図 8】



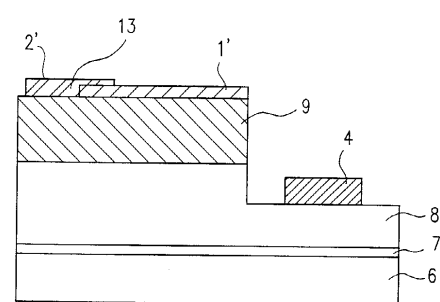
【図 9】



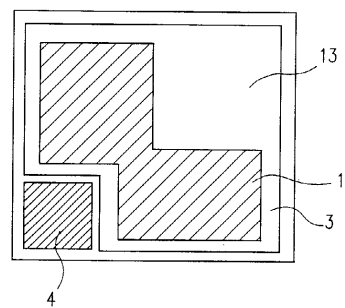
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08-250768 (JP, A)
特開平04-306885 (JP, A)
特開平08-148716 (JP, A)
特開昭63-244689 (JP, A)
特開平07-094782 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33/00
H01S 5/00-5/50