

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5572202号
(P5572202)

(45) 発行日 平成26年8月13日(2014.8.13)

(24) 登録日 平成26年7月4日(2014.7.4)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 L 33/14 (2010.01)	HO 1 L 33/00	1 5 0
HO 1 L 33/10 (2010.01)	HO 1 L 33/00	1 3 0
HO 1 L 33/38 (2010.01)	HO 1 L 33/00	2 1 0

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-263647 (P2012-263647)	(73) 特許権者	504136878 東芝ディスクリットテクノロジー株式会社 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地
(22) 出願日	平成24年11月30日(2012.11.30)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(62) 分割の表示	特願2008-137945 (P2008-137945) の分割	(74) 代理人	100108062 弁理士 日向寺 雅彦
原出願日	平成20年5月27日(2008.5.27)	(72) 発明者	古川 千里 神奈川県川崎市幸区堀川町580番地 ソ リッドスクエアビル西館9F 東芝ディス クリットテクノロジー株式会社内
(65) 公開番号	特開2013-48298 (P2013-48298A)	(72) 発明者	中村 隆文 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内
(43) 公開日	平成25年3月7日(2013.3.7)		
審査請求日	平成24年11月30日(2012.11.30)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光層と、
上側電極と、

前記発光層と前記上側電極との間に設けられ、前記発光層の側の第1の層と、前記第1の層のキャリア濃度よりも高いキャリア濃度を有し前記上側電極の側に設けられた第2の層と、を有する電流拡散層であって、前記上側電極の非形成領域に設けられ前記発光層の側に向かうに従って幅が狭くなる凹部を有し、前記第2の層上に前記上側電極が設けられ、前記第2の層の側面は前記凹部の側面の少なくとも一部である、電流拡散層と、

前記発光層に対して前記電流拡散層とは反対の面の側に設けられた反射層と、
を備えたことを特徴とする発光装置。

10

【請求項2】

前記電流拡散層の前記凹部に設けられ、前記発光層から放出される光に対して前記電流拡散層の屈折率よりも低い屈折率と前記電流拡散層の透光性よりも高い透光性とを有する誘電体をさらに備えたことを特徴とする請求項1記載の発光装置。

【請求項3】

前記凹部の深さは、前記電流拡散層の厚さよりも小さい請求項1または2に記載の発光装置。

【請求項4】

前記電流拡散層と、前記上側電極と、の間に設けられたコンタクト層をさらに備えた請

20

求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

可視～赤外の波長範囲を有する光を放出可能な照明装置、LED表示装置、画像表示装置のバックライト光源、などには、高輝度発光装置が要求される。

【0003】

InAlGaP系発光層から放出される可視～赤外の波長範囲を有する光は、基板となるGaAsに吸収され輝度が低下する。このために、GaAsと格子整合容易な発光層を含む結晶成長層と、GaAsとは格子不整合であるが透光性を有するGaP基板と、をウェーハ接着工程などを用いて積層し、高輝度を得る構造が用いられる。

【0004】

また、高輝度化には、外部への光取り出し効率及び内部効率を高めるチップ構造が必要である。このうち光取り出し効率を高めるのに、ITO(indium tin oxide)などの透明電極をチップ表面に設ける構造が用いられる。しかしながら、ITOなどの透明電極は、光透過率が低く且つ良好なオーミック接触を得にくいなどの問題がある。

【0005】

外部量子効率を向上させる高出力の発光素子に関する技術開示例がある(特許文献1)。この技術開示例では、素子の上面から見て細長い長方形の光取り出し窓をエッチング加工により形成する。エッチング加工により形成された凹部の側壁部には発光部の端面が露出し、外部への光取り出し効率を改善している。

しかしながら、この技術開示例では、凹部を発光層よりも深い位置までエッチングする必要があり製造プロセスが複雑となり、且つ発光部端面近傍が露出することにより結晶表面が劣化しやすいなどの問題を生じやすい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2002-164574号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

光吸収が低減され、高輝度が可能な発光装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様によれば、発光層と、上側電極と、前記発光層と前記上側電極との間に設けられ、前記発光層の側の第1の層と、前記第1の層のキャリア濃度よりも高いキャリア濃度を有し前記上側電極の側に設けられた第2の層と、を有する電流拡散層であって、前記上側電極の非形成領域に設けられ前記発光層の側に向かうに従って幅が狭くなる凹部を有し、前記第2の層上に前記上側電極が設けられ、前記第2の層の側面は前記凹部の側面の少なくとも一部である、電流拡散層と、前記発光層に対して前記電流拡散層とは反対の面の側に設けられた反射層と、を備えたことを特徴とする発光装置が提供される。

【発明の効果】

【0009】

光吸収が低減され、高輝度が可能な発光装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1の実施形態にかかる発光装置の模式図

10

20

30

40

50

【図2】本実施形態にかかる発光装置の製造方法のフローチャート

【図3】エピタキシャルウェーハの模式断面図

【図4】NFPを説明する図

【図5】第2の実施形態にかかる発光装置を表す図

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態にかかる発光装置の模式図である。すなわち、図1(a)は平面図、図1(b)はA-A線に沿った断面図である。

GaPなどからなる透光性基板10の上に、第1のクラッド層14、発光層16、第2のクラッド層18、電流拡散層20、などからなる半導体積層体が設けられている。

【0012】

電流拡散層20の上にはボンディング電極40と、細線電極42と、からなる上側電極43が設けられている。本図において、細線電極42は、ボンディング電極40と距離L1だけ離間し幅がW1である第1の細線電極42aと、第1の細線電極42aから距離L2だけ離間し幅がW2である第2の細線電極42bと、及び第2の細線電極42bから距離L3だけ離間し幅がW3である第3の細線電極42cと、ボンディング電極40との連結部42dと、を有している。ボンディング電極40は、連結部42dにより3つの細線電極42a、42b、及び42cと平面的に連結している。ボンディングにおけるワイヤのつぶれなどを考慮し、ボンディング電極40の直径Dは、例えば100μm近傍とすることができる。

【0013】

上側電極43に印加された電圧により、電流拡散層20を介して発光層16にキャリアが注入される。電流拡散層20は、電流を発光層16の結晶成長面に沿った横方向に広げて発光領域を拡大するが、上側電極43の直下から横方向に向かって離れるに従い電流が流れにくくなる。このために、細線電極42をボンディング電極40の周囲に一定距離L1、L2、L3だけ離間してそれぞれ配置し、発光層16のより広い横方向領域にキャリアが広がりやすくして光出力を高める。

【0014】

この場合、ボンディング電極40及び細線電極42は発光層16から上方へ向かう放光を遮る。このため、横方向へ電流を拡散をしつつ上方へ放光G1を出射可能なように、細線電極42の幅W1、W2、W3及び距離L1、L2、L3を適正に決定する。

【0015】

他方、発光層16からGaP基板10へ向かう光は、透光性を有するGaP基板10内を透過しつつ下側電極45及び反射層46により反射されるか、または直接に、側方へ向かう放光G2となる。

【0016】

GaP及びInGaAlP系材料においては、キャリア濃度を高めると結晶性低下などを生じ光吸収が増加する。本実施形態では、上側電極43の非形成領域であり、電流密度が低くなる電流拡散層20の領域の一部を除去して凹部20cを形成し、光吸収を低減し高輝度とする。凹部20cは、電流拡散層20を貫通していない。つまり、凹部20cの深さは、電流拡散層20の厚みよりも小さい。また、細線電極42にはワイヤボンディングを行う必要がないので、横方向へ電流を拡散可能である範囲内において、その幅W1、W2、W3を狭くし光取り出し効率を高める。なお、電流拡散層20の構造及び作用に関しては、のちに説明する。

【0017】

図2は、本実施形態にかかる発光装置の製造方法を説明するフローチャートである。

また、図3は、エピタキシャルウェーハの模式断面図である。

透光性を有しn型であるGaP基板10と界面11において接着し、n型InGaAlPなどを含む接着層12(厚さ0.4μm、キャリア濃度 $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)上に、

10

20

30

40

50

上部成長層 25 が積層されている。

【0018】

上部成長層 25 としては、n 型 InAlP からなるクラッド層 14 (厚さ $0.6 \mu\text{m}$ 、キャリア濃度 $4 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$)、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x})_{0.5}\text{P}$ ($0 < x < 1$) からなる発光層 16、p 型 InAlP からなるクラッド層 18 (厚さ $0.6 \mu\text{m}$ 、キャリア濃度 $4 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$)、p 型 $\text{In}_y(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{1-y}\text{P}$ ($0 < y < 1$) からなる電流拡散層 20 (厚さ $1.5 \mu\text{m}$ 、キャリア濃度 $1.5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$)、p 型 InGaAlP からなる中間層 22 (厚さ $0.1 \mu\text{m}$ 、キャリア濃度 $3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$)、及び p 型 GaAs からなるコンタクト層 24、をこの順序で積層する (S100)。なお、電流拡散層 20 を、例えば第 1 の層 20b (厚さ $0.2 \mu\text{m}$ 、キャリア濃度 $4 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$) と、第 2 の層 20a (厚さ $1.3 \mu\text{m}$ 、キャリア濃度 $1.5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$) と、の 2 つの層とすることもできる。

10

【0019】

また、発光層 16 を、例えば多重量子井戸構造とすると、動作電流の低減及び可視～赤外光波長範囲において発光波長の制御が容易となる。この上部成長層 25 は、MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法及び MBE (Molecular Beam Epitaxy) 法などを用いて結晶成長可能である。

【0020】

GaP 基板 10 のマウント面側に、スパッタ法または蒸着法などを用いて AuGe などからなる下側電極 45 及び反射層 46 を形成する (S102)。この場合、下側電極 45 の被覆率を 30% などとし、反射層 46 を誘電体多層膜または金属などを用いて形成すると、下面において光吸収を低減し高輝度とすることが容易となる。

20

【0021】

さらに、上部成長層 25 の上に、リフトオフ法などを用いて AnZn などからなる上側電極 43 を形成する (S104)。のちに電流拡散層 20 の表面に凹部 20c を形成する工程において、細線電極 42 の直下がオーバーエッチングとなると、細線電極 42 と発光層 16 との間に高い直列抵抗を生じること、または細線電極 42 が消失すること、などにより発光層 16 へのキャリア注入が不十分となりやすい。細線電極 42 の幅 W1、W2、及び W3 を $3 \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $5 \mu\text{m}$ 以上とすると、確実にキャリアを発光層 16 へ注入できる。なお、GaP 基板 10 を n 型とする場合、上側電極 43 は p 型電極、下側電極 45 は n 型電極となる。

30

【0022】

続いて、上側電極 43 と電流拡散層 20 との間に設けられているコンタクト層 24 及び中間層 22 のうち、上側電極 43 の非形成領域をエッチングにより除去する (S106)。コンタクト層 24 を構成する GaAs は、可視光を吸収し光出力を低下させるので除去することが好ましい。

【0023】

このあと、シンター工程などを行いコンタクト層 24 と上側電極 43 との間、及び GaP 基板 10 と下側電極 45 との間、をそれぞれオーミック接触とする。続いて、電流拡散層 20 のうち、上側電極 43 の非形成領域の一部にエッチング法を用いて凹部 20c を形成する。この場合、上側電極 43 をマスクとして塩酸系、燐酸系、及び硫酸系などのエッチング溶液を用いて電流が拡散されにくい領域に凹部 20c を形成する (S108)。なお、上側電極 43 をマスクとせず、凹部 20c をパターニングにより形成することもできる。

40

【0024】

ウェーハ状態において凹部 20c に樹脂などの透光性を有する誘電体を充填するかを判断し (S110)、充填しない場合、素子分離工程 (S116) へと進む。

【0025】

他方、樹脂などを凹部 20c 内に充填する場合、スピンコート法などを用いて、ウェーハ表面に均一に樹脂を塗布する (S112)。必要に応じて樹脂硬化を行い、CDE (Ch

50

emical Dry Etching)法などのドライエッチング法を用いてボンディング電極40の表面を露出させる(S114)。なお、誘電体としてAlN(窒化アルミニウム)などを用いる場合、スパッタ法やCVD(Chemical Vapor Deposition)法を用いることができる。

【0026】

このあと素子分離を行い(S116)、実装部材にチップ接着及びワイヤボンディングなどを行い発光装置を組み立てる(S118)。この場合、チップを覆うように封止樹脂を形成すると、チップの保護が容易となり、且つ光取り出し効率を高めることが容易となる。ウェーハ状態で誘電体を形成しない場合、素子分離ののちの組立工程において、凹部20cに封止樹脂を充填する。この様にして、光吸収が低減され且つ光取り出し効率が改善され、高輝度を得ることが可能な発光装置の量産性に富む製造方法が提供される。

10

【0027】

また、本実施形態にかかる製造方法では、凹部20cの深さを発光層16に到達させる必要が無く、凹部20cの形成プロセスが容易である。発光層16を露出させると、その形成プロセスにより発光層16の内部または表面に、結晶欠陥を生じ輝度低下または通電劣化などを生じることがある。発光層16の発光領域が露出していない本実施形態では、結晶欠陥の発生が抑制され、より高い信頼性を確保するのが容易である。

【0028】

次に、凹部20cの構造及びその作用について説明する。

図4は、チップ表面近傍におけるNFP(Near Field Pattern:近視野像)を説明する図である。すなわち、図4(a)は第1の実施形態、図4(b)は比較例をそれぞれ表す。

20

図4(a)において、ボンディング電極40と細線電極42aとの距離L1、細線電極42と細線電極42bとの距離L2、及び細線電極42bと細線電極42cとの間の距離L3、はそれぞれ略20 μ mとしているが、もちろんこれに限定されるものではない。なお、本図では、図1(a)のA-A線に沿った径方向位置に沿ったNFPの相対発光強度を表している。

【0029】

ボンディング電極40及び細線電極42からチップの縦方向に流れる電流は、電流拡散層20により横方向に広がり、破線で表す方向に沿ってキャリアJが発光層16に注入される。このため、上側電極43の直下近傍よりも広がった発光層16内の発光領域Kから放出光が出射可能となる。

30

【0030】

例えば図1(a)のA-A線に沿った断面において、エッチングにより形成された凹部20cを通過した放出光により上側電極43の端部近傍でNFPの相対発光強度が極大となり、上方から見て上側電極43に挟まれた中間近傍で極小となる。なお、図4(a)において、チップ上面には屈折率 n_1 の封止樹脂52が充填されているものとする。封止樹脂52としては、エポキシ及びシリコンなどがあり、これらの屈折率 n_1 は、例えば1.4~1.5の範囲内にある。

【0031】

他方、図4(b)は、比較例にかかる発光装置を表す図である。比較例において、電流拡散層120は、凹部を有しておらず、その上部は屈折率 n_1 が1.4の封止樹脂で覆われているものとする。電流拡散層120のキャリア濃度を $1.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、その厚さを1.5 μ mとすると、ボンディング電極140と細線電極142aとの間、及び細線電極142aと142bとの間、のそれぞれの領域120aは、電流が十分には拡散しない上に、高濃度による結晶性の低下などのため光吸収が大きい。すなわち、光取り出し効率を低下させている。この結果、領域120aの中央部近傍においてNFPの相対発光強度はゼロ近傍まで低下することがある。

40

【0032】

これに対して、図4(a)に表す本実施形態のNFPの相対発光強度は、上側電極43

50

の中間近傍においてもその低下量が少なく、高輝度を保つことが容易である。

【0033】

なお、図4(a)において、凹部20cの深さは電流拡散層20の厚さよりも小さいが、凹部20cが電流拡散層20を略貫通し、クラッド層18が露出しているもよい。また、電流拡散層20が、キャリア濃度が $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 且つ厚さが $0.2 \mu\text{m}$ の第1の層20bと、その上に設けられたキャリア濃度が $1.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 且つ厚さが $1.3 \mu\text{m}$ の第2の層20aと、を有する構造とすることができる。この場合、光吸収が大きい第2の層20aは除去されるので高い光出力を保ちつつ、残っている第1の層20bにより電流を横方向へ広げることが容易となる。

【0034】

なお、エッチング溶液を適正に選択し、凹部20cの側壁を図4(a)のように傾斜させると、電流の拡散が容易となり、側壁近傍において上方への光の取り出し効率をより高めることが容易となる。

【0035】

図5は、第2の実施形態にかかる発光装置を表す図である。

本実施形態では、凹部20c内に電流拡散層20の屈折率 n_3 と、封止樹脂52の屈折率 n_1 と、の間の屈折率 n_2 (ただし、 $n_3 > n_2 > n_1$)を有する透光性誘電体50を充填する。

【0036】

例えば電流拡散層20の屈折率 n_3 を3.2とし、発光素子チップの表面を覆う封止樹脂52の屈折率 n_1 を1.4とすると、チップ内部から封止樹脂52へ直接出射する場合の臨界角 c_1 は略 26° となる。また、透光性誘電体50の屈折率 n_2 を1.74とすると、電流拡散層20と透光性誘電体50との界面の臨界角 c_3 は略 34° であり、透光性誘電体50と封止樹脂52との界面の臨界角 c_2 は略 53° となる。

【0037】

他方、図4(b)の比較例では、臨界角 c_1 は略 26° であるので、光取り出し可能な放出光の角度範囲が狭く、電流拡散層120と封止樹脂との界面で全反射する割合が増える。界面で反射された光は、チップ内部で多重反射を繰り返し、ついには熱損失となるので光取り出し効率を低下させる。

【0038】

これに対して、本実施形態では、屈折率が電流拡散層20と封止樹脂52との中間の範囲にある透光性誘電体50を介して放出光を外部に取り出すことにより、それぞれの界面での全反射を低減し光取り出し効率を高め、鎖線で表すNFPの相対発光強度が実線で表す第1の実施形態の相対発光強度よりも高くできる。このために、高輝度とすることがより容易となる。

【0039】

なお、透光性の誘電体50として、例えばチオウレタン系樹脂を用いることができる。この屈折率は、例えば1.7~1.74である。なお、透光性を有する金属酸化物などの微粒子を透光性樹脂に分散配置するとより高い屈折率とでき、より高輝度とすることが容易となる。

【0040】

第2の実施形態は、透光性誘電体50をポリイミド樹脂などとし、その屈折率 n_2 と、封止樹脂52の屈折率 n_1 と、が近い場合も含むものとする。さらに透光性の誘電体50と封止樹脂52とが同一材料であってもよく、例えば、封止樹脂52が凹部20c内を充填しているもよい。

【0041】

以上の実施形態において、GaP基板10の導電型をn型及び電流拡散層20の導電型をp型としたが、本発明はこれに限定されず、GaP基板10の導電型をp型及び電流拡散層の導電型をn型としてもよい。

【0042】

10

20

30

40

50

なお、本明細書において、InGaAlP系とは、 $In_x(Ga_yAl_{1-y})_{1-x}P$ （ただし、 $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ ）なる組成式で表される材料であり、p型不純物やn型不純物が添加されたものも含むものとする。

【0043】

しかし、本発明はこれに限定されず、例えば $In_z(Ga_wAl_{1-w})_{1-z}N$ （ただし、 $0 < z < 1$ 、 $0 < w < 1$ ）なる組成式で表される材料であり、p型不純物やn型不純物が添加されたものも含むものとする。この場合、樹脂に蛍光体を分散配置すると、蛍光体による波長変換光と発光層16からの放出光との混合光を高輝度とすることができる。

【0044】

以上、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかしながら本発明は、これらの実施形態に限定されない。本発明を構成する基板、発光層、電流拡散層、凹部、ボンディング電極、細線電極、下側電極、封止樹脂、透光性誘電体などの材質、サイズ、形状、配置などに関して当業者が設計変更を行ったものであっても、本発明の主旨を逸脱しない限り本発明の範囲に包含される。

【符号の説明】

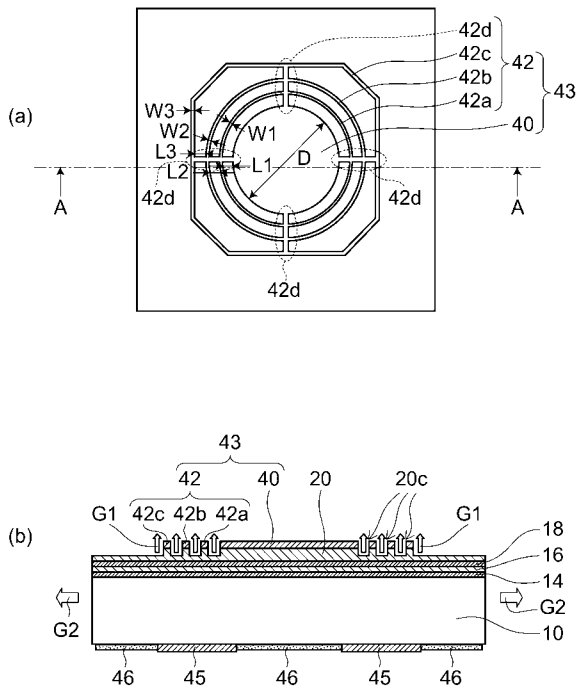
【0045】

10 GaP基板、16 発光層、20 電流拡散層、20c 凹部、40 ボンディング電極、42 細線電極、43 上側電極、50 透光性誘電体、52 封止樹脂、G1、G2 放出光

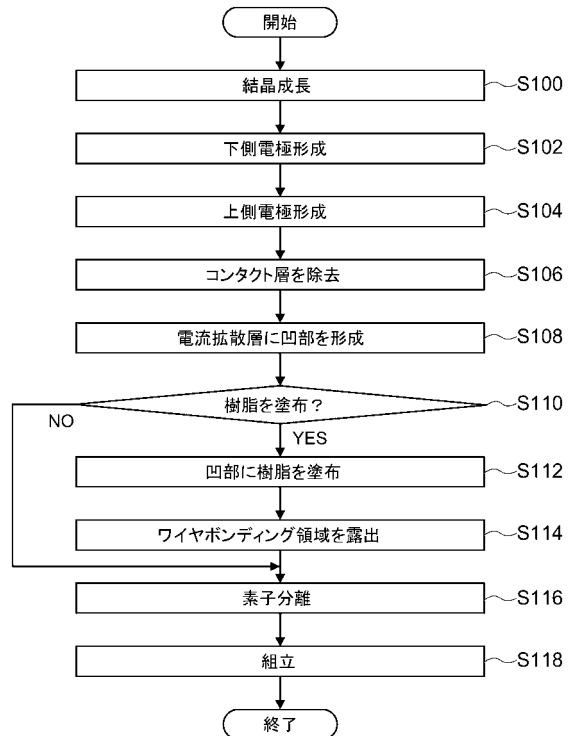
10

20

【図1】

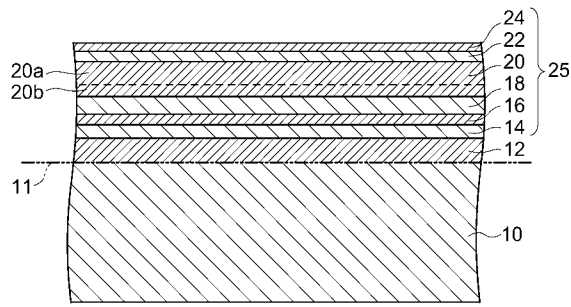


【図2】



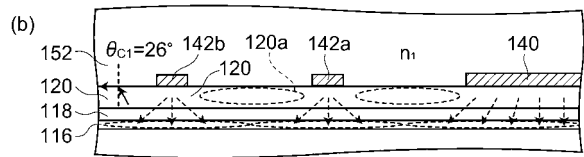
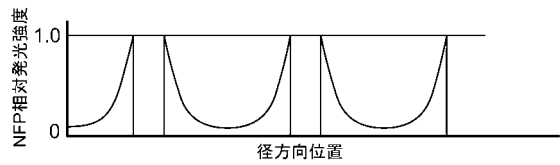
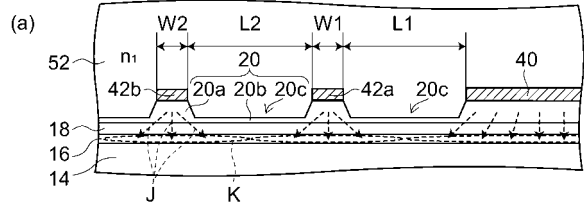
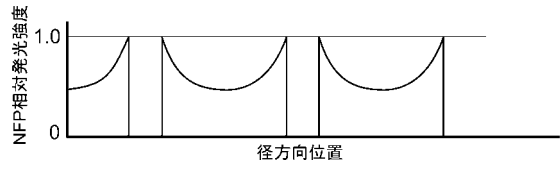
10: GaP基板 14,18: クラッド層 16: 発光層 20: 電流拡散層 20c: 凹部
 40: ボンディング電極 42: 細線電極 43: 上側電極 45: 下側電極
 46: 反射層 G1: 上方への放出光 G2: 側方への放出光

【図3】



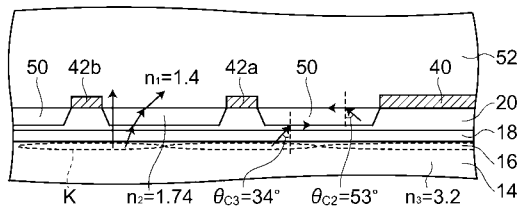
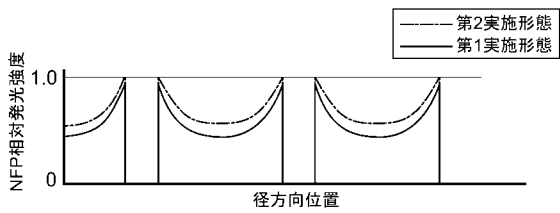
11:界面 12:接着層 22:中間層 24:コンタクト層 25:上部成長層

【図4】



52:封止樹脂 116:発光層 118:クラッド層 120:電流拡散層
140:ボンディング電極 142:細線電極 152:封止樹脂
J:キャリア K:発光領域

【図5】



50:誘電体

フロントページの続き

審査官 北島 拓馬

- (56)参考文献 実開平05 - 055565 (JP, U)
特開2006 - 100569 (JP, A)
特開2000 - 091639 (JP, A)
特開2002 - 164574 (JP, A)
特開平8 - 228022 (JP, A)
特開2005 - 223100 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33/00 - 33/64
H01S 5/00 - 5/50