

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5075786号
(P5075786)

(45) 発行日 平成24年11月21日(2012.11.21)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 33/08 (2010.01) H O 1 L 33/00 1 2 0

請求項の数 5 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-259481 (P2008-259481) (22) 出願日 平成20年10月6日 (2008.10.6) (65) 公開番号 特開2010-92965 (P2010-92965A) (43) 公開日 平成22年4月22日 (2010.4.22) 審査請求日 平成23年3月2日 (2011.3.2)</p>	<p>(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 (74) 代理人 100108062 弁理士 日向寺 雅彦 (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 クリートテクノロジー株式会社内 (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 審査官 吉野 三寛</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電性を有する第1の基板と、
 下地層と、
 前記下地層の一方の主面と前記第1の基板とを接着する接着金属層と、
 前記下地層の他方の主面上に設けられ、窓部を有し且つ絶縁体からなるマスク層と、
 前記窓部に露出した前記下地層の上に選択的に設けられ、発光層を有する積層体と、
 を備えたことを特徴とする発光装置。

【請求項2】

前記発光層は、 $In_x(Ga_yAl_{1-y})_{1-x}P(0 < x < 1, 0 < y < 1)$ 及び $Ga_xIn_{1-x}N_yAs_{1-y}(0 < x < 1, 0 < y < 1)$ のいずれかを含むことを特徴とする請求項1記載の発光装置。

10

【請求項3】

前記積層体は、前記窓部を除く前記マスク層上に設けられないことを特徴とする請求項1または2に記載の発光装置。

【請求項4】

前記第1の基板は、シリコンからなり、
 前記接着金属層は、Ti、Pt、Hf、W、V、及びMoよりなる群から選択されたいずれかを含むことを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項5】

20

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の発光装置の製造方法であって、
 前記第 1 の基板に第 1 の金属層を形成する工程と、
 第 2 の基板の上に、半導体からなる前記下地層を形成する工程と、
 前記下地層の前記一方の主面上に第 2 の金属層を形成する工程と、
 前記第 1 の金属層と前記第 2 の金属層とを接着して前記接着金属層を形成したのち前記
 第 2 の基板を除去し、前記下地層の前記他方の主面を露出させる工程と、
 前記他方の主面に前記窓部を有する前記マスク層を形成する工程と、
 前記窓部に露出した前記下地層の上に前記積層体を結晶成長する工程と、
 を備えたことを特徴とする発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

照明装置、表示装置、ストップランプやテールランプなどの自動車、及び信号機などの用途に用いる発光装置は、高輝度化が要求される。

【0003】

InAlGaP などの四元系半導体を用いて可視～赤外の波長範囲の光を放出する場合、基板としてGaAsを用いると基板における光吸収が大きくなり輝度が低下する問題がある。

20

【0004】

このために、GaPのような透光性基板を用いるか、または発光層と基板との間に反射層を設けるなどとすると、基板における光吸収を低減し高輝度化が容易となる。

【0005】

また、チップ上方または側方において光取り出し効率を高めると高輝度化がさらに容易となる。例えば、チップ表面にITO (Indium Tin Oxide) などの透明電極を設けると構造がある。しかしながら、ITOなどの透明電極は光透過率が低くかつ良好なオーミックコンタクトを得ることが困難な問題がある。

【0006】

30

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、且つ発光層端面近傍を露出することにより結晶表面が劣化し十分な信頼性を得ることが困難である。

【特許文献1】特開2002-164574号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0007】

光吸収が低減され、高輝度化が容易な発光装置及びその製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様によれば、導電性を有する第1の基板と、下地層と、前記下地層の一方の主面と前記第1の基板とを接着する接着金属層と、前記下地層の他方の主面上に設けられ、窓部を有し且つ絶縁体からなるマスク層と、前記窓部に露出した前記下地層の上に選択的に設けられ、発光層を有する積層体と、を備えたことを特徴とする発光装置が提供される。

【0009】

50

また、本発明の他の一態様によれば、上記の発光装置の製造方法であって、前記第1の基板に第1の金属層を形成する工程と、第2の基板の上に、半導体からなる前記下地層を形成する工程と、前記下地層の前記一方の主面上に第2の金属層を形成する工程と、前記第1の金属層と前記第2の金属層とを接着して前記接着金属層を形成したのち前記第2の基板を除去し、前記下地層の前記他方の主面を露出させる工程と、前記他方の主面に前記窓部を有する前記マスク層を形成する工程と、前記窓部に露出した前記下地層の上に前記積層体を結晶成長する工程と、を備えたことを特徴とする発光装置の製造方法が提供される。

【発明の効果】

【0010】

光吸収が低減され、高輝度化が容易な発光装置及びその製造方法が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【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。

発光装置は、第1の基板10と、下地層24と、下地層24の一方の主面と第1の基板10とを接着する接着金属層27と、下地層24の他方の主面上に設けられ窓部30aを有するマスク層30と、窓部30aに露出した下地層24の上に結晶成長され発光層34を有する積層体37と、を備えている。

【0012】

第1の基板10に形成される第1の金属層12と、下地層24に形成される第2の金属層26と、は接着界面28において接着され接着金属層27を構成する。

【0013】

積層体37は、窓部30aに露出した下地層24の上に、InAlPからなるp型クラッド層32(厚さ $0.7\mu\text{m}$ 、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34、及びInAlPからなるn型クラッド層36(厚さ $0.6\mu\text{m}$ 、キャリア濃度 $4 \times 10^{17}\text{cm}^{-3}$)などを、この順序で結晶成長することにより形成される。

【0014】

なお、発光層34の組成はこれに限定されず、 $\text{In}_x(\text{Ga}_y\text{Al}_{1-y})_{1-x}\text{P}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$)及び $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{N}_y\text{As}_{1-y}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$)なる組成式で表されるいずれかであってもよく、さらにこれらからなるMQW構造であってもよい。これら発光層34は、可視～赤外の波長範囲の光を放出可能である。

【0015】

また、積層体37の上にはn側電極40、第1の基板10の裏面にはp側電極42がそれぞれ形成される。p側電極42は、リード44に銀ペーストなどを用いて接着されている。また、チップは、屈折率 n_1 (略1.4)のシリコン樹脂などにより覆われている。

【0016】

p側電極42からn側電極40への電流Jは、第1の基板10、接着金属層27、下地層24、積層体37、の経路で流れる。9つの分かれている積層体37から、上方、側方などの方向へ放出光がそれぞれ放出される。この場合、下地層24と第2の金属層26との界面において放出光を上方及び側方へ向かって反射可能であり、光取り出し効率を高めることが容易となる。

【0017】

図2及び図3は、第1の実施形態にかかる発光装置の工程断面図である。すなわち、図2は基板を接着するまでの工程をウェーハ状態で表し、図3は結晶成長及び電極形成を含む工程を1つのチップの単位で表している。

【0018】

10

20

30

40

50

図2(a)のように、p型GaAsなどからなる第2の基板20上に、p型GaAsからなるバッファ層22(厚さ0.5 μ m)、及びInGaAs、InGaP、InGaAlPなどからなる下地層24(厚さ0.5 μ m)がMOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)法やMBE(Molecular Beam Epitaxy)法を用いて形成される。さらに図2(b)のように、下地層24の一方の主面24aに第2の金属層26が形成される。

【0019】

他方、図2(c)のように、p型Siなどからなる第1の基板10の上に第1の金属層12が形成される。第1及び第2の金属層12、26は、結晶成長条件下の高温において化学的に安定な金属とする。このような金属として、例えばTi、Pt、Hf、W、V、Mo、などを用いることができる。また、第1の金属層12と、第2の金属層26と、が異なる金属であってもよい。さらに、第1の基板は、Ge、SiC、GaN、及びGaPのうちのいずれかであってもよい。

10

【0020】

第1の金属層12と、第2の金属層26と、が互いに対向するように貼り合わされた状態で圧着などにより接着され、接着金属層27となる。このうち、第2の基板20及びバッファ層22を溶液エッチング法などを用いて除去すると、図2(d)のように、接着界面28において接着された再成長用の下地基板ができる。この場合、真空雰囲気において接着するとボイドを抑制することが容易となる。

【0021】

20

なお、再成長種層となる下地層24は、凝集による組成不均一を生じやすいIn、酸化しやすいAl、蒸気圧が高いPなどを含む場合が多い。このために、下地層24の他方の主面24bに厚さ70nm以下のGaAsを形成しておくこと、再成長開始時の下地層24の表面を安定に保ち結晶性が良好な積層体37を成長することが容易となる。すなわち、図2に表す下地基板形成工程において、70nm以下のGaAs層をバッファ層22と下地層24との間に設けることが好ましい。

【0022】

続いて、図3(a)のように、下地層24の他方の主面24bにマスク層30を形成する。マスク層30の材質としては、SiO₂、Si_xN_y、及びAlNなどのような絶縁膜とすることができる。

30

この場合、マスク層30にはフォトリソグラフィ法を用いて窓部30aが形成される。

【0023】

続いて、MBE法やMOCVD法を用いて、In_x(Ga_yAl_{1-y})_{1-x}P(0 < x < 1、0 < y < 1)などからなる積層体37の結晶成長を行う。この場合、マスク層30上における横方向成長を抑制可能な結晶成長条件とすると、図3(c)のように、窓部30aに露出した下地層24の他方の主面24bに選択的に積層体37を結晶成長することができる。積層体37には、少なくともp型クラッド層32、発光層34、及びn型クラッド層36、がこの順序で積層されている。また、n型クラッド層36と、n側電極40と、の間に電流拡散層及びコンタクト層などを設けることもできる。

【0024】

40

MOCVD法における結晶成長温度は、例えば700以上とする。他方、MBE法における結晶成長温度は、700よりも低く、例えば500~650の範囲とすることができる。もし、700よりも低い温度で結晶成長を行うと、金属接着層27と積層体37との間の線膨張係数差により生じる応力を低減することが容易となる。このために結晶性を高め、信頼性を高めることが容易となる。

【0025】

続いて、図3(d)のように、積層体37の上部にスピコート法などを用いてポリイミド樹脂38などを均一に塗布し、硬化後に積層体37の上部が露出した状態となるようにする。

【0026】

50

さらに、図3(e)のように積層体37とオーミックコンタクトを形成可能なn側電極40を形成し、図3(f)のように溶液エッチング法やCDE(Chemical Dry Etching)法などを用いてポリイミド樹脂38を除去する。この場合、すでに形成されている発光層34の側面に与える加工ダメージを抑制しつつ、ポリイミド樹脂38を選択的に除去可能なエッチング条件を選ぶことは容易である。なお、n側電極40の中央部近傍は、例えば円形状に厚くし、ボンディング領域40aとすることが好ましい。

【0027】

また、第1の基板10の裏面にはp側電極42を形成する。このあと、シンター工程などを行い、n側電極40と積層体37との間、及びp側電極42と第1の基板10との間にオーミックコンタクトをそれぞれ形成する。このあと、ダイシング法などを用いて、ウェーハをチップに分離する。

10

【0028】

チップのp側電極42はリードフレーム上に銀ペーストなどを用いてマウントされ、n側電極40とリードフレームとはボンディングワイヤにより電氣的に接続される。リードフレームが埋め込まれた成型体は凹部を有しており、この凹部の底面にはチップが露出している。凹部にシリコンのような封止樹脂が埋め込まれ、硬化ののちリードカットにより発光装置に分離される。このようにして、図1の発光装置が完成する。なお、n側電極40と、マスク層30と、の間の空隙には封止樹脂が入り込み発光層34からの光取り出し効率を高めることができる。また、図3(e)のようにポリイミド樹脂38を残したチップを封止樹脂で覆うことができる。この場合、ポリイミド樹脂38の屈折率を、封止樹脂の屈折率と半導体の屈折率との間にすると、光取り出し効率をさらに高めることができる。

20

【0029】

本実施形態では、硬度が高いSiを基板として用いておりウェーハ工程における割れた欠けを抑制することが容易なので、大口径化が可能となり量産化を高めることができる。この結果として価格低減が容易となる。また、硬度が高いSiを用いると、チップ化した場合の厚さを小さくできるので、薄型発光装置とすることが容易となる。

【0030】

図4は、比較例にかかる発光装置の発光強度を説明する図である。すなわち、図4(a)はNFPを表すグラフ図、図4(b)は発光装置の模式断面図である。

30

p型GaP基板110上に、p型クラッド層114、発光層116、n型クラッド層118、及び電流拡散層120、がこの順序で形成されている。

【0031】

数 μm 幅の細線電極142a、142bの間の電流拡散層120a、及びボンディング電極140と細線電極142aとの間の電流拡散層120aは、例えば $1.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ となる高濃度のn型キャリア濃度を有しており結晶欠陥が多い。このために、発光層116から上方に向かう放出光が多く吸収される。また、チップを屈折率 n_1 が略1.4のシリコンなどからなる封止樹脂152で覆うと臨界角 c_1 が略26度となり、臨界角 c_1 以上の入射角の光を外部に取り出すことができない。

【0032】

40

このために、チップ表面の近傍におけるNFP(Near Field Pattern:近視野像)が、図4(a)のように、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。このように、比較例においては高輝度とすることが困難となる。

【0033】

これに対して、本実施形態では、発光層34の側方には電流拡散層が存在しないために光吸収を低減できる。また、発光層34の側面は、屈折率 n_1 が半導体よりも低い封止樹脂に直接隣接しているが、封止樹脂への入射角度を小さくできるので全反射を低減することが容易である。また、接着金属層27は、発光層34からの放出光を上方に向かって反射可能であり、さらに光取り出し効率を高めることが容易である。

50

【 0 0 3 4 】

これらのために、本実施形態の光取り出し効率を、比較例の光取り出し効率の130%以上とすることが容易となる。なお、マスク層30を絶縁体多層膜などからなる高反射膜とすると、窓部30aの非形成領域において発光層34からの光を上方に反射し光取り出し効率をさらに高めることが容易となる。

【 0 0 3 5 】

ウェーハに凹部を形成し、凹部の内壁側面に発光層34を露出する構造とする場合、RIE (Reactive Ion Etching)などのドライエッチング法を用いると露出面には加工ダメージが残り、輝度低下、ESD (Electrostatic Discharge)耐量の低下、寿命の低下などを生じることがある。またドライエッチングの代わりに、溶液エッチングを用いるとエッチングが等方的でないことが多く、結晶欠陥を生じ輝度低下及び寿命低下などを生じることがある。これに対して第1の実施形態では、選択成長工程ののち、発光層34の側面が既に形成されているのでエッチング加工ダメージを生じることがなく、特性及び信頼性の低下を抑制することが容易である。

【 0 0 3 6 】

図5は、第1の実施形態にかかる発光装置の変形例を表す。

窓部30aを上方から見た平面形状は円形に限定されず、矩形、楕円、多角形などであってもよい。本変形例では、細長い矩形の窓部30aが、チップ中心部に設けられた円形状の窓部30aから略90度の角度をなすように放射状に広がっている。このようにすると、矩形の窓部30a上の積層体37が円形状の窓部30a上の発光層34からの放出光を遮ることを抑制可能である。また、矩形の窓部30a上の発光層34からの放出光が、円形状の窓部30a上に形成された積層体37により遮られることを抑制可能である。このために、光取り出し効率を高めることが容易となる。

【 0 0 3 7 】

図6は、第2の実施形態にかかる発光装置をあらわす模式図である。すなわち、図6(a)は平面図、図6(b)はA-A線に沿った断面図である。

本実施形態において、窓部30a上に、積層体37が形成されるが、マスク層30の窓部非形成領域上にも横方向成長によるディポジッション状の成長膜が窓部30a側から次第に堆積する。この横方向成長膜は、エピタキシャル膜ではなく、例えば成長温度を低くするか、または原料ガスのV/III比を低くするなどにより堆積が促進される。他方、窓部30a上には発光層34を含みエピタキシャル膜からなる積層体37が成長される。

【 0 0 3 8 】

本実施形態において、積層体37はn型クラッド層36の上に電流拡散層48、電流拡散層48の上にコンタクト層39、をそれぞれ有している。この場合、n側電極40及びコンタクト層39の面積を小さくすると上方への放出光を高めることが容易となる。このために、n型クラッド層36の上に、p型 $In_y(Ga_{0.3}Al_{0.7})_{1-y}P(0 < y < 1)$ からなる電流拡散層48(厚さ $1.5\mu m$ 、キャリア濃度 $1.5 \times 10^{18} cm^{-3}$)を設け、注入されたキャリアを横方向に広げ、発光層34の面内に広げることが好ましい。

【 0 0 3 9 】

すなわち、p側電極42からn側電極40への電流Jは、第1の基板10、接着金属層27、下地層24、(凹部30a)、積層体37、電流拡散層48、及びコンタクト層39、の経路で流れる。このようにして9つの積層体37から、上方、側方などの方向へ放出光がそれぞれ放出される。このうち下方へ向かう光は接着金属層27により上方及び側方に反射可能となる。このために、高い光取り出し効率とできる。

【 0 0 4 0 】

また電流拡散層48の上に設けられたn型GaAsからなるコンタクト層39により、n側電極40との間でオーミックコンタクトを形成することが容易となる。なお、n側電極40の直下以外の領域のGaAs膜を除去すると光吸収を低減できるので、より好ましい。

10

20

30

40

50

【0041】

この場合、発光層34の側面は露出しないので信頼性をより良好に保つことが容易となる。また、ポリイミド樹脂形成及び加工を省略でき、製造工程を簡素にできる。

【0042】

第1及び第2の実施形態及びそれに付随した変形例において第1の基板をp型としたが、本発明はこれに限定されることはなく、n型であってもよい。

【0043】

以上、図面を参照しつつ本発明の実施形態について説明した。しかし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、下地層、接着金属層、マスク層、窓部、積層体、発光層、電極などの材質、サイズ、形状、配置などの関して当業者が各種の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。

10

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】第1の実施形態にかかる発光装置の模式図

【図2】第1の実施形態にかかる発光装置の工程断面図

【図3】第1の実施形態にかかる発光装置の工程断面図

【図4】比較例にかかる発光装置の発光強度を説明する図

【図5】第1の実施形態にかかる発光装置の変形例

【図6】第2の実施形態にかかる発光装置を表す模式図

20

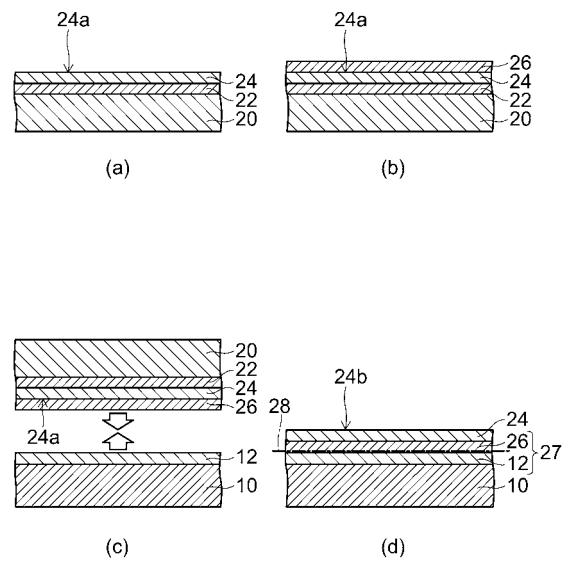
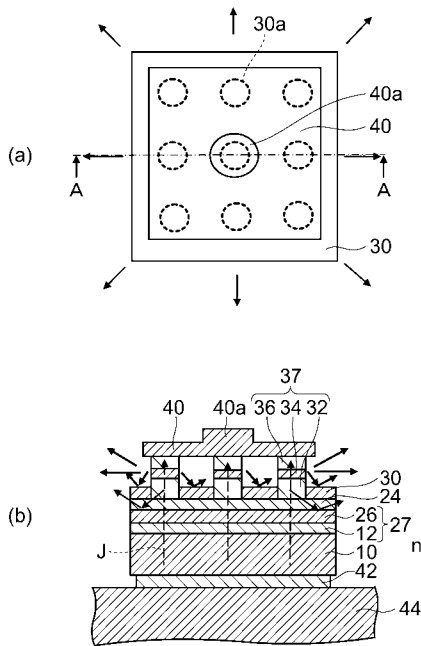
【符号の説明】

【0045】

10 第1の基板、12 第1の金属層、20 第2の基板、24 下地層、26 第2の金属層、27 接着金属層、30 マスク層、30a 凹部、34 発光層、37 積層体、J 電流、

【図1】

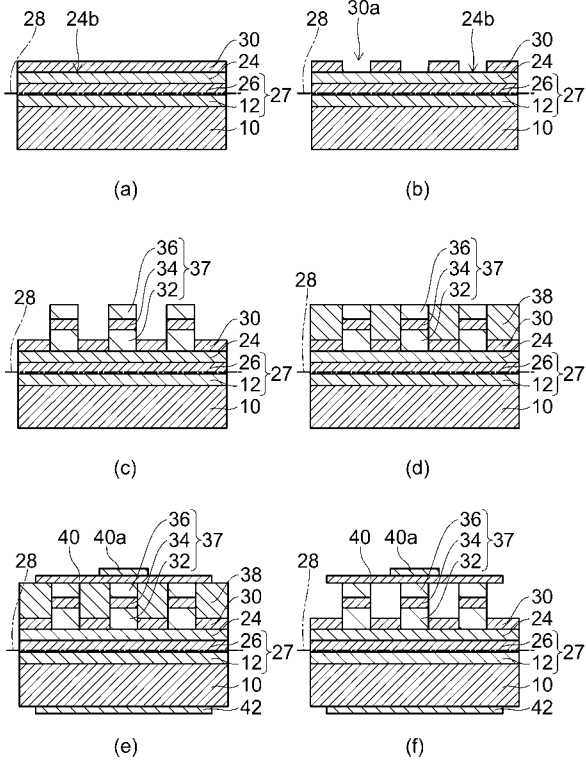
【図2】



20:第2の基板 22:バッファ層 28:接着界面

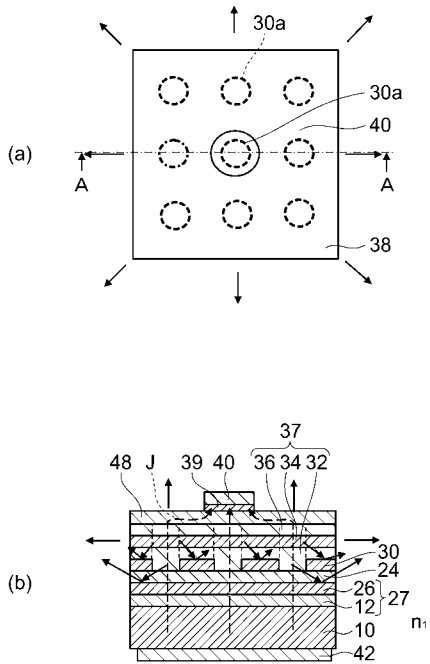
10:第1の基板 12:第1の金属層 24:下地層 26:第2の金属層
27:接着金属層 30:マスク層 30a:窓部 32:p型クラッド層 34:発光層
36:n型クラッド層 37:積層体 40:n側電極 42:p側電極 44:リード
J:電流 n1:(樹脂の)屈折率

【図3】



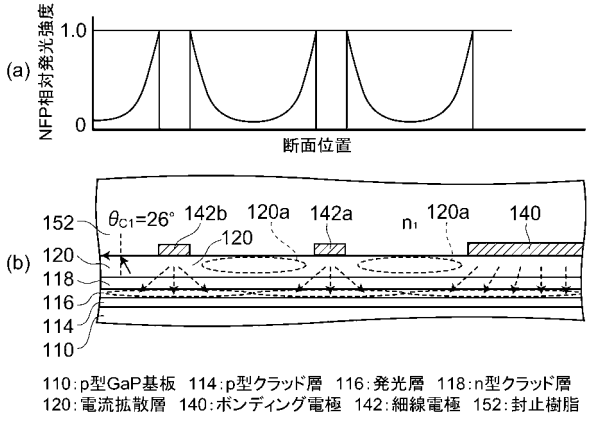
38: ポリイミド樹脂

【図6】

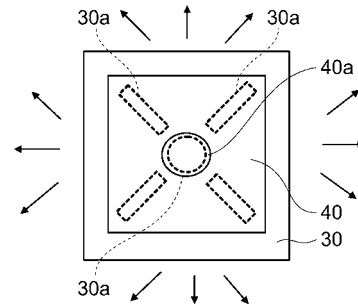


48: 電流拡散層 39: コンタクト層

【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-078275(JP,A)
特開2004-006919(JP,A)
特開2006-332610(JP,A)
特開2004-146652(JP,A)
特開平07-273367(JP,A)
特開2006-114829(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64