

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-67891

(P2010-67891A)

(43) 公開日 平成22年3月25日(2010.3.25)

(51) Int.Cl.  
H01L 33/36 (2010.01)F1  
H01L 33/00テーマコード (参考)  
5F041

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2008-234748 (P2008-234748)  
(22) 出願日 平成20年9月12日 (2008.9.12)(71) 出願人 000005120  
日立電線株式会社  
東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
(74) 代理人 100071526  
弁理士 平田 忠雄  
(74) 代理人 100099597  
弁理士 角田 賢二  
(74) 代理人 100119208  
弁理士 岩永 勇二  
(74) 代理人 100124235  
弁理士 中村 恵子  
(74) 代理人 100124246  
弁理士 遠藤 和光  
(74) 代理人 100128211  
弁理士 野見山 孝

最終頁に続く

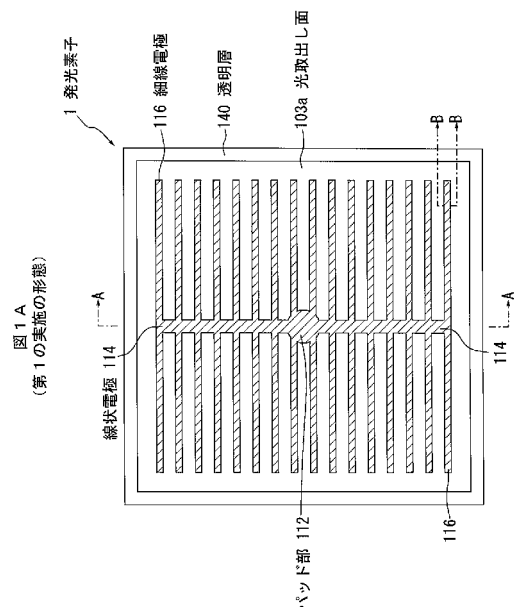
(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 高輝度、大電流対応の発光素子を提供する。

【解決手段】 本発明に係る発光素子1は、第1導電型の第1半導体層と、第1導電型とは異なる第2導電型の第2半導体層と、第1半導体層と第2半導体層とに挟まれる活性層105とを有する半導体積層構造10と、第1半導体層の上方の一部の領域に設けられ、外部からの電流を半導体積層構造10に供給する電流供給部116aと、電流供給部116aに隣接して設けられ、活性層105が発する光を反射する光反射部116bとを有する細線電極116と、細線電極116に電気的に接続して設けられ、光を透過する絶縁性の透過層142を介して第1半導体層の上方に設けられる表面中心電極部110とを備える。

【選択図】 図1A



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 導電型の第 1 半導体層と、前記第 1 導電型とは異なる第 2 導電型の第 2 半導体層と、前記第 1 半導体層と前記第 2 半導体層とに挟まれる活性層とを有する半導体積層構造と、

前記第 1 半導体層の上方の一部の領域に設けられ、外部からの電流を前記半導体積層構造に供給する電流供給部と、前記電流供給部に隣接して設けられ、前記活性層が発する光を反射する光反射部とを有する細線電極と、

前記細線電極に電氣的に接続して設けられ、前記光を透過する透過層を介して前記第 1 半導体層の上方に設けられる表面中心電極部とを備える発光素子。

10

## 【請求項 2】

前記表面中心電極部は、前記透過層と前記表面中心電極部との界面で前記光を反射する請求項 1 に記載の発光素子。

## 【請求項 3】

前記電流供給部は、前記半導体積層構造の一部にオーミック接合する金属層と、前記金属層の前記半導体積層構造の一部の反対側に設けられる細線電極用金属層とを含んで設けられる請求項 2 に記載の発光素子。

## 【請求項 4】

前記光反射部は、前記活性層の光を透過すると共に、前記電流供給部の抵抗率よりも高い抵抗率を有する透過部と、前記細線電極用金属層とを含み、前記透過部と前記細線電極用金属層との界面で前記光を反射する請求項 3 に記載の発光素子。

20

## 【請求項 5】

前記活性層が発する光を反射する反射層を有する支持基板と、  
前記反射層と前記半導体積層構造との間に設けられる透明層と、  
前記透明層の一部を貫通した領域を充填して設けられるコンタクト部とを更に備え、

前記半導体積層構造は、前記透明層を介して前記支持基板に支持され、  
前記コンタクト部は、前記半導体積層構造と前記反射層とを電氣的に接続する請求項 4 に記載の発光素子。

30

## 【請求項 6】

前記表面中心電極部は、ワイヤーが接続されるパッド部と、前記パッド部に接続され、前記活性層の水平方向に沿って伸びる線状電極とを含み、  
前記線状電極は、前記細線電極よりも広い幅を有して形成される請求項 5 に記載の発光素子。

## 【請求項 7】

前記透過層及び前記透過部は、前記光を透過する絶縁材料からなる請求項 6 に記載の発光素子。

## 【請求項 8】

前記透過層及び前記透過部は、前記光を透過する導電性材料からなる請求項 6 に記載の発光素子。

40

## 【請求項 9】

前記透過層及び前記透過部は、前記光を透過する半導体材料からなる請求項 6 に記載の発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、発光素子に関する。特に、本発明は、高輝度、大電流対応の発光素子に関する。

## 【背景技術】

50

## 【0002】

高輝度の発光ダイオード（Light Emitting Diode：LED）を実現するには、発光効率の向上のみならず、大電流を供給できる構造を実現することが要求される。アンペアオーダーの大電流が供給されるLEDは、チップサイズが大きく、チップ全体に電流を均一に供給することを目的として、LEDの表面に細線電極を形成することがある。

## 【0003】

従来、基板と、基板の上に設けられた発光層と、発光層の上に設けられた電極と、発光層と電極との間に選択的に設けられたコンタクト層とを備え、発光層の上に設けられた電極に細線電極を接続した発光素子が知られている（例えば、特許文献1参照）。

10

## 【0004】

【特許文献1】特開2006-66449号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかし、特許文献1に記載の発光素子等、従来の発光素子は、大電流を供給する場合、細線電極の断面積が小さいことに起因して発生する熱によって細線電極が焼損する場合がある。また、細線電極の焼損を防止することを目的として、細線電極の幅を大きくすると、細線電極と半導体とのオーミック接合部分によって光が吸収され、発光効率が低下する場合がある。

20

## 【0006】

したがって、本発明の目的は、高輝度、大電流対応の発光素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明は、上記目的を達成するため、第1導電型の第1半導体層と、第1導電型とは異なる第2導電型の第2半導体層と、第1半導体層と第2半導体層とに挟まれる活性層とを有する半導体積層構造と、第1半導体層の上方の一部の領域に設けられ、外部からの電流を半導体積層構造に供給する電流供給部と、電流供給部に隣接して設けられ、活性層が発する光を反射する光反射部とを有する細線電極と、細線電極に電氣的に接続して設けられ、光を透過する透過層を介して第1半導体層の上方に設けられる表面中心電極部とを備える発光素子が提供される。

30

## 【0008】

また、上記発光素子は、表面中心電極部は、透過層と表面中心電極部との界面で光を反射してもよい。また、電流供給部は、半導体積層構造の一部にオーミック接合する金属層と、金属層の半導体積層構造の一部の反対側に設けられる細線電極用金属層とを含んで設けられてもよい。また、光反射部は、活性層の光を透過すると共に、電流供給部の抵抗率よりも高い抵抗率を有する透過部と、細線電極用金属層とを含み、透過部と細線電極用金属層との界面で光を反射してもよい。

## 【0009】

また、上記発光素子は、活性層が発する光を反射する反射層を有する支持基板と、反射層と半導体積層構造との間に設けられる透明層と、透明層の一部を貫通した領域を充填して設けられるコンタクト部とを更に備え、半導体積層構造は、透明層を介して支持基板に支持され、コンタクト部は、半導体積層構造と反射層とを電氣的に接続してもよい。

40

## 【0010】

また、上記発光素子は、表面中心電極部は、ワイヤーが接続されるパッド部と、パッド部に接続され、活性層の水平方向に沿って伸びる線状電極とを含み、線状電極は、細線電極よりも広い幅を有して形成されてもよい。

## 【0011】

また、上記発光素子は、透過層及び透過部は、光を透過する絶縁材料から形成してもよい。あるいは、透過層及び透過部は、光を透過する導電性材料から形成してもよい。若し

50

くは、透過層及び透過部は、光を透過する半導体材料から形成してもよい。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る発光素子によれば、高輝度、大電流対応の発光素子を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

[第1の実施の形態]

図1Aは、本発明の第1の実施の形態に係る発光素子の模式的な上面を示す。また、図1Bは、本発明の第1の実施の形態に係る発光素子の模式的な縦断面を示し、図1Cは、発光素子の部分的な拡大縦断面を示す。具体的に、図1Bは、図1AのA-A断面における発光素子1の縦断面図であり、図1Cは、図1AのB-B断面における発光素子1の部分的な縦断面図である。

10

【0014】

(発光素子1の構造の概要)

図1Aを参照すると、第1の実施の形態に係る発光素子1は、上面視にて略正方形に形成される。一例として、発光素子1は、厚さが約200 $\mu$ mであると共に、上面視において2mm $\times$ 2mm角のチップサイズに形成される大電流供給用(大電流対応)の発光ダイオード(Light Emitting Diode: LED)である。発光素子1には、例えば、1A(アンペア)等のアンペアクラスの大電流が供給される。そして、発光素子1は、発光素子1が発する光が発光素子1の外部に取り出される面である光取り出し面103aに、ワイヤーが接続されるパッド部112及びパッド部112から発光素子1の外縁に向かって伸びる線状電極114を有する表面中心電極部110と、表面中心電極部110に電氣的に接続して設けられる複数の細線電極116とを備える。

20

【0015】

まず、図1B及び図1Cを参照して、発光素子1の構造の概要を説明する。発光素子1は、所定の波長の光を発する活性層105を有する半導体積層構造10と、半導体積層構造10の一方の表面の一部の領域と電氣的に接続する細線電極116と、半導体積層構造10の他方の表面の一部にオーミック接触するコンタクト部120と、コンタクト部120が設けられている領域を除く半導体積層構造10の他方の表面に接して設けられる透明層140と、コンタクト部120及び透明層140の半導体積層構造10に接する面の反対側の表面に設けられる反射部130とを備える。

30

【0016】

なお、図1Bを参照すると、パッド部112及び線状電極114は、半導体積層構造10に、活性層105が発する光を透過する透過層142を介して設けられる。なお、透過層142は、透過層142の上に設けられるパッド部112及び線状電極114を構成する材料より高い抵抗率を有する材料から形成される。一例として、透過層142は、実質的に電気絶縁性の材料から形成される。また、図1Cを参照すると、細線電極116は、半導体積層構造10の一方の表面の一部の領域にオーミック接触する金属層117を介して半導体積層構造10に設けられる。

【0017】

更に、図1Bを参照すると、発光素子1は、反射部130のコンタクト部120及び透明層140に接する面の反対側に設けられる電気導電性を有する密着層200と、密着層200の反射部130に接する面の反対側に設けられる電気導電性を有する支持基板20とを備える。そして、支持基板20は、密着層20と接する面の反対側の面(すなわち、支持基板20の裏面)に裏面電極210を有する。

40

【0018】

また、本実施形態に係る発光素子1の半導体積層構造10は、コンタクト部120及び透明層140に接して設けられるp型コンタクト層109と、p型コンタクト層109の透明層140に接している面の反対側に設けられる第2導電型の第2半導体層としてのp型クラッド層107と、p型クラッド層107のp型コンタクト層109に接している面

50

の反対側に設けられる活性層 105 と、活性層 105 の p 型クラッド層 107 に接している面の反対側に設けられる第 1 導電型の第 1 半導体層としての n 型クラッド層 103 と、n 型クラッド層 103 の活性層 105 に接している面の反対側の一部の領域に設けられる n 型コンタクト層 101 とを有する。なお、n 型コンタクト層 101 は、細線電極 116 の直下の領域の一部に設けられる。

#### 【0019】

半導体積層構造 10 の透明層 140 に接している側の反対側の表面は、本実施の形態に係る発光素子 1 の光取出し面 103a となる。具体的には、n 型クラッド層 103 の活性層 105 に接している面の反対側の表面の一部（すなわち、表面中心電極部 110 及び細線電極 116 直下の領域を除く部分）が光取出し面 103a となる。光取り出し面 103a は、光取り出し効率を向上させることを目的として、マイクロオーダーの凹凸部を有して形成することもできる。凹凸部は、マトリックス状、ハニカム状等の規則性を有した配列で光取り出し面 103a 上に設けることができる。また、凹凸部は、不規則な配列で光取り出し面 103a 上に設けることもできる。なお、光取り出し面 103a によって反射された光の一部は、活性層 105 側に戻る過程において熱に変化する。したがって、凹凸部を設けることにより、活性層 105 側に反射された光の一部によって生じる熱を低減できる。

#### 【0020】

更に、反射部 130 は、コンタクト部 120 及び透明層 140 に接して設けられる反射層 132 と、反射層 132 のコンタクト部 120 及び透明層 140 に接する面の反対側で反射層 132 に接して設けられるバリア層 134 と、バリア層 134 の反射層 132 に接する面の反対側でバリア層 134 に接して設けられる接合層 136 とを有する。そして、密着層 200 は、反射部 130 の接合層 136 に対して電氣的、機械的に接合する接合層 202 と、接合層 202 の反射部 130 に接する面の反対側に設けられるコンタクト電極 204 とを有する。そして、裏面電極 210 は、支持基板 20 の裏面にオーミック接触して設けられる。

#### 【0021】

（細線電極 116 の詳細な構造）

ここで図 1C を参照する。本実施の形態に係る細線電極 116 は、外部からの電流を半導体積層構造 10 に供給する電流供給部 116a と、電流供給部 116a に隣接して設けられる光反射部 116b とを有して設けられる。電流供給部 116a は、n 型クラッド層 103 の上方の一部の領域に設けられた n 型コンタクト層 101 の表面にオーミック接合して設けられる金属層 117 と、金属層 117 の n 型コンタクト層 101 に接している面の反対側の面に電氣的に接触して設けられる細線電極用金属層 118 とを含んで設けられる。

#### 【0022】

また、光反射部 116b は、n 型クラッド層 103 の表面の法線方向において n 型クラッド層 103 に隣接して設けられ、活性層 105 が発する光を透過する透過部 144 と、透過部 144 の n 型クラッド層 103 に接している面の反対側の面に接して設けられる細線電極用金属層 118 とを含んで設けられる。なお、細線電極用金属層 118 は、金属層 117 及び透過部 144 のそれぞれの表面に接しており、金属層 117 に接している部分と、透過部 144 に接している部分とは一体に設けられる。

#### 【0023】

本実施の形態において、n 型コンタクト層 101 及び金属層 117 は、上面視にて細線の線形状に設けられる。そして、一の細線電極 116 は、2 つの電流供給部 116a を有しており、2 つの電流供給部 116a は、光反射部 116b を挟んで対向して設けられる。電流供給部 116a はそれぞれ、金属層 117 と、金属層 117 に電氣的に接触する細線電極用金属層 118 から形成される。そして、光反射部 116b は、透過部 144 と透過部 144 に接触する細線電極用金属層 118 から形成される。

#### 【0024】

そして、例えば図 1 A を参照すると、複数の細線電極 1 1 6 はそれぞれ、発光素子 1 の上面視にて、互いに略平行に設けられる。また、複数の細線電極 1 1 6 の上面視における幅は、線状電極 1 1 4 の上面視における幅より狭く形成される。一例として、線状電極 1 1 4 の上面視における幅は  $50\ \mu\text{m}$  に形成され、複数の細線電極 1 1 6 それぞれの上面視における幅は  $10\ \mu\text{m}$  に形成される。また、n 型コンタクト層 1 0 1 及び金属層 1 1 7 の上面視における幅（すなわち、一の電流供給部 1 1 6 a の幅）は、一例として、 $1.5\ \mu\text{m}$  程度に形成され、光反射部 1 1 6 b の上面視における幅は、一例として、 $7\ \mu\text{m}$  程度に形成される。

#### 【0025】

（表面中心電極部 1 1 0 及び細線電極 1 1 6 の機能の詳細）

本実施の形態において、表面中心電極部 1 1 0 は、例えば、アンペアクラスの大電流が供給された場合でも焼損しない断面積を有して形成される。そして、図 1 A を参照すると、パッド部 1 1 2 に供給された電流は、パッド部 1 1 2 に接続している線状電極 1 1 4 を伝導する。パッド部 1 1 2 及び線状電極 1 1 4 の直下には実質的に絶縁性の透過層 1 4 2 が設けられているので、表面中心電極部 1 1 0 から半導体積層構造 1 0 に直接に当該電流は供給されない。当該電流は、線状電極 1 1 4 に電氣的に接続している細線電極 1 1 6、具体的には、図 1 C に示すように、細線電極 1 1 6 と電氣的に接続する細線電極用金属層 1 1 8 に伝導する。続いて、当該電流は、細線電極用金属層 1 1 8 に電氣的に接続している金属層 1 1 8 に伝導する。そして、当該電流は、金属層 1 1 8 から活性層 1 0 5 を含む半導体積層構造 1 0 に n 型コンタクト層 1 0 1 を介して供給される。

#### 【0026】

また、図 1 B に示すように、表面中心電極部 1 1 0 のパッド部 1 1 2 及び線状電極 1 1 4 は、透過層 1 4 2 を介して n 型クラッド層 1 0 3 上に設けられる。表面中心電極部 1 1 0 は、Ti、Al、Pt、Au、Ag 等の金属材料からなる層、又はこれらの層が複数積層された積層構造を有して形成することができる。表面中心電極部 1 1 0 は、例えば、透過層 1 4 2 と接する側に、透過層 1 4 2 と表面中心電極部 1 1 0 との密着性を向上させる薄膜密着層を介して形成される。薄膜密着層は、活性層 1 0 5 が発する光を実質的に吸収しない厚さを有して形成される。例えば、薄膜密着層は、Ni、Al 等の金属材料から形成することができる。そして、表面中心電極部 1 1 0 は、当該光に対して高い反射率を有する金属材料から形成される。本実施の形態において、活性層 1 0 5 は赤色光を放射するので、表面中心電極部 1 1 0 は、例えば赤色領域の光に対して高い反射率を有する Au から形成することができる。

#### 【0027】

透過層 1 4 2 は、活性層 1 0 5 が発した光を透過すると共に、電気絶縁性の材料から形成される。すなわち、透過層 1 4 2 は、当該光に対して実質的に透明であり、実質的に電気絶縁性の材料から形成される。一例として、透過層 1 4 2 は、二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) から形成することができる。そして、透過層 1 4 2 とパッド部 1 1 2 及び線状電極 1 1 4 との界面 1 1 0 a は、界面 1 1 0 a に入射した活性層 1 0 5 から放射された光を、活性層 1 0 5 の側に反射する。また、細線電極 1 1 6 の透過部 1 4 4 も、活性層 1 0 5 が発する光を透過すると共に、電気絶縁性を有する二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) から形成することができる。

#### 【0028】

ここで図 1 C を参照する。細線電極 1 1 6 の金属層 1 1 7 は、n 型コンタクト層 1 0 1 とオーミック接触する金属材料から形成される。例えば、金属層 1 1 7 は、Au、Ge 等の金属材料を含む合金材料、又はこれらの合金材料と、Au、Ni 等の金属材料からなる層の積層構造から形成することができる。一例として、金属層 1 1 7 は、n 型コンタクト層 1 0 1 側から AuGe/Ni/Au の順で形成される。また、細線電極用金属層 1 1 8 は、Ti、Al、Pt、Au、Ag 等の金属材料からなる層、又はこれらの層が複数積層された積層構造を有して形成することができる。例えば、細線電極用金属層 1 1 8 は、赤色領域の光に対して高い反射率を有する Au から形成することができる。そして、細線電

極用金属層 118 と透過部 144 との界面 144a は、界面 144a に入射した活性層 105 から放射された光を、活性層 105 の側に反射する。

#### 【0029】

なお、表面中心電極部 110 及び細線電極用金属層 118 はそれぞれ、同一材料から形成することもできる。この場合、表面中心電極部 110 及び細線電極用金属層 118 は、一体として形成できる。また、細線電極用金属層 118 と透過部 144 との間には、細線電極用金属層 118 の透過部 144 に対する密着性を向上させることを目的として、薄膜密着層を設けることができる。この薄膜密着層は、表面中心電極部 110 と透過層 142 との間に設けることのできる薄膜密着層と同様の材料から同様の機能を有して形成される。

10

#### 【0030】

すなわち、本実施の形態において、表面中心電極部 110 は、主として発光素子 1 に供給された電流を細線電極 116 に供給する機能を有すると共に、活性層 105 から放射された光を反射する機能を有する。一方、細線電極 116 は、表面中心電極部 110 から細線電極 116 に供給された電流を半導体積層構造 10 に供給する機能と、活性層 105 から放射された光を反射する機能を併せ持つ。具体的に、細線電極 116 は、電流供給部 116a が、表面中心電極部 110 から細線電極 116 に供給された電流を半導体積層構造 10 に供給する機能を有しており、光反射部 116b が、活性層 105 から放射された光を反射する機能を有する。

#### 【0031】

(表面中心電極部 110 及び細線電極 116 の配置)

図 1A を参照すると、本実施の形態において、表面中心電極部 110 のパッド部 112 は、上面視にて発光素子 1 の略中央に設けられる。パッド部 112 は、一例として、略円形状に形成される。そして、線状電極 114 は、パッド部 112 の外縁から半導体積層構造 10 (例えば、活性層 105) の面の水平方向に沿って、発光素子 1 の外縁に向かって伸びて形成される。例えば、線状電極 114 は、パッド部 112 の側から発光素子 1 の外縁に向かって略一定の幅を有して伸びる線状の電極である。

20

#### 【0032】

複数の細線電極 116 はそれぞれ、半導体積層構造 10 の面の水平方向に沿って伸びると共に、線状電極 114 が伸びる方向に対して略垂直方向に伸びて形成される。複数の細線電極 116 はそれぞれ、線状電極 114 の外縁、又はパッド部 112 の外縁に電氣的に接続して設けられる。また、複数の細線電極 116 は、一の細線電極 116 と一の細線電極 116 に隣接する他の細線電極 116 との間隔が、略一定の間隔を有して設けられる。

30

#### 【0033】

なお、パッド部 112 は、パッド部 112 に接続される Au 等からなるワイヤーがワイヤーボンディングされる場合に、ワイヤーの端部に形成されるボールが接続することができる大きさを有する限り、その上面視における形状は円形に限られない。例えば、パッド部 112 は、上面視にて四角状等の多角形状、楕円状等に形成できる。また、線状電極 114 は、本実施の形態において、略同一の幅を有して形成されるが、パッド部 112 近傍から離れるにしたがって、徐々に幅を狭めた形状を有して形成することもできる。更に、細線電極 116 は、本実施の形態において、略同一の幅を有して形成されるが、線状電極 114 近傍から離れるにしたがって、徐々に幅を狭めた形状を有して形成することもできる。

40

#### 【0034】

(半導体積層構造 10)

図 1B を参照すると、本実施形態に係る半導体積層構造 10 は、III-V 族化合物半導体である AlGaInP 系の化合物半導体を有して形成される。例えば、半導体積層構造 10 は、AlGaInP 系の化合物半導体の量子井戸構造を含んで形成される活性層 105 を、n 型の AlGaInP を含んで形成される n 型クラッド層 103 と、p 型の AlGaInP を含んで形成される p 型クラッド層 107 とで挟んだ構成を有する。

50

## 【0035】

活性層105は、外部から電流が供給されると所定の波長の光を発する。例えば、活性層105は、波長が630nm付近の赤色光を発する量子井戸構造を有して形成される。なお、量子井戸構造は、単一量子井戸構造、多重量子井戸構造、又は歪み多重量子井戸構造のいずれの構造からも形成することができる。また、n型クラッド層103は、Si、Se等のn型のドーパントを所定の濃度含む。一例として、n型クラッド層103は、Siがドーパされたn型のAlGaInP層から形成される。更に、p型クラッド層107は、Zn、Mg等のp型のドーパントを所定の濃度含む。一例として、p型クラッド層107は、Mgがドーパされたp型のAlGaInP層から形成される。

## 【0036】

更に、半導体積層構造10が有するp型コンタクト層109は、一例として、高濃度のMgがドーパされたp型のGaP層から形成される。そして、n型コンタクト層101は、一例として、高濃度のSiがドーパされたGaAs層から形成される。ここで、n型コンタクト層101は、n型クラッド層103の上面において、金属層117が形成される領域に設けられる。

## 【0037】

(コンタクト部120)

コンタクト部120は、p型コンタクト層109の表面の一部に設けられる。コンタクト部120は、p型コンタクト層109とオーミック接触する材料から形成され、一例として、Au及びBe、又はAu及びZnを含む金属合金材料から形成される。コンタクト部120の上面視における形状は、表面中心電極部110から細線電極116を介して供給された電流が活性層105の略全面に供給される形状、例えば、楕円形状を有して形成される。なお、本実施の形態に係るコンタクト部120は、表面中心電極部110及び細線電極116の直下にも形成されているが、本実施の形態の変形例では、表面中心電極部110及び細線電極116の直下を除く領域にコンタクト部120を形成することもできる。

## 【0038】

(透明層140)

透明層140は、反射部132の表面(又はp型コンタクト層109の表面)であって、コンタクト部120が設けられていない領域に設けられる。透明層140は、活性層105が発する波長の光を透過する材料で形成され、一例として、SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、SiN<sub>x</sub>等の透明誘電体層から形成される。また、透明層140は、透明層140が設けられている部分においては電流を伝搬させない電流阻止層としての機能を有する。発光素子1に供給された電流は、電流素子層としての透明層140を伝搬せずに、コンタクト部120を介して半導体積層構造10及び支持基板20へと伝搬する。

## 【0039】

(反射部130)

反射部130の反射層132は、活性層105が発する光に対して高い反射率を有する導電性材料から形成される。一例として、反射層132は、当該光に対して80%以上の反射率を有する導電性材料から形成する。反射層132は、活性層105が発した光のうち、反射層132に達した光を活性層105側に向けて反射する。すなわち、反射層132は、反射層132と透明層140との界面で光を反射する。反射層132は、例えば、Al、Au、Ag等の金属材料、又は、これらの金属材料から選択される少なくとも1つの金属材料を含む合金から形成される。一例として、反射層132は、所定膜厚のAuから形成される。更に、反射層130は、コンタクト部120に電氣的に接続する。

## 【0040】

また、反射部130のバリア層134はTi、Pt等の金属材料から形成され、一例として、所定膜厚のTiから形成される。バリア層134は、接合層136を構成する材料が反射層132に伝搬することを抑制する。また、接合層136は、密着層200の接合層202と電氣的及び機械的に接合する材料から形成され、一例として、所定厚のAuか

10

20

30

40

50



ら形成される。

#### 【0041】

(支持基板20)

支持基板20は、導電性を有する材料から形成される。例えば、支持基板20は、p型又はn型の導電性Si基板、Ge基板、GaAs基板、GaP基板等の半導体基板、若しくはCu等の金属材料からなる金属基板から形成することができる。一例として、本実施形態においては、高キャリア濃度を有することにより低抵抗を示す導電性Si基板を支持基板20として用いる。

#### 【0042】

そして、密着層200の接合層202は、反射部130の接合層136と同様に、所定厚のAuから形成することができる。また、コンタクト電極204は、支持基板20との間でオーミック接合するTi等の金属材料から形成される。そして、支持基板20の裏面に設けられる裏面電極は、支持基板20とオーミック接合するAl、Ti等の金属材料から形成される。

#### 【0043】

なお、発光素子1は、支持基板20の裏面(すなわち、裏面電極210の露出面)を下に向けて、Agペースト等の導電性の接合材料、又はAuSn等の共晶材料を用いてCu等の金属から形成されるステムの所定の位置に搭載される。ステムに搭載された発光素子1は、パッド部112とステムの所定の領域とがAu等のワイヤーで接続されると共に、発光素子1及びワイヤーの全体をエポキシ樹脂、シリコン樹脂等の透明樹脂により覆われることにより、発光装置として提供することができる。

#### 【0044】

(変形例)

本実施形態に係る発光素子1は、波長が630nmの赤色を含む光を発するが、発光素子1が発する光の波長はこの波長に限定されない。半導体積層構造10の活性層105の構造を制御して、所定の波長範囲の光を発する発光素子1を形成することもできる。活性層105が発する光としては、例えば、橙色光、黄色光、又は緑色光等の波長範囲の光が挙げられる。また、発光素子1が備える半導体積層構造10は、紫外領域、紫色領域、若しくは青色領域の光を発する活性層105を含むGaN系の化合物半導体から形成することもできる。更に、半導体積層構造10は、赤外領域の光を発する活性層105を含むAlGaAs系の化合物半導体から形成することもできる。

#### 【0045】

また、発光素子1が備える表面中心電極部110及び細線電極用金属層118は、活性層105が発する光の波長に応じて、当該波長の光に対する反射率が高い材料から形成できる。例えば、活性層105が発する光が青色領域の光の場合、表面中心電極部110及び細線電極用金属層118は、Al又はAgから形成することができる。更に、表面中心電極部110の直下の透過層142の一部に、表面中心電極部110と半導体積層構造10(例えば、n型クラッド層103)とを電氣的に接続する領域を形成することもできる。

#### 【0046】

透過層142及び透過部144はそれぞれ、SiO<sub>2</sub>以外の材料から形成することができる。例えば、透過層142及び透過部144は、活性層105が発する光を透過すると共に電気絶縁性を有する酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)、窒化ケイ素(SiN<sub>x</sub>)、フッ化マグネシウム(MgF)、phosphorus doped spin-on glass(PSG)等の透明材料から形成することができる。また、透過層142及び透過部144は、表面中心電極部110、細線電極用金属層118、及び金属層118を構成する材料の抵抗率より高い抵抗率を有する透明導電材料から形成することができる。透明導電材料は、例えば、ITO、酸化スズ、ZnO等を用いることができる。

#### 【0047】

なお、透過層142を透明導電材料から形成した場合であっても、透過層142の抵抗

10

20

30

40

50

は表面中心電極部 110 の抵抗より高いので、表面中心電極部 110 に供給された電流は主として線状電極 114 を介して細線電極 116 に供給される。したがって、透明導電材料から形成される透過層 142 から半導体積層構造 10 へ電流は供給されない。また、透過層 142 及び透過部 144 を透明導電材料から形成した場合、表面中心電極部 110 に供給された電流は、透過層 142 及び透過部 144 に分散する。

#### 【0048】

更に、透過層 142 及び透過部 144 は、活性層 105 が発する光を透過する半導体材料から形成することができる。例えば、活性層 105 が発する光が赤色領域の光の場合、赤色領域の光に対して透明な ZnSe、ZnS 等のワイドバンドギャップ半導体材料から、透過層 142 及び透過部 144 を形成することができる。ここで、透過層 142 及び透過部 144 を半導体から形成する場合、活性層 105 が発する光に対して実質的に透明である限り、この半導体は単結晶、多結晶のいずれから形成できる。なお、当該半導体として ZnS を採用する場合、溶液法を用いて透過層 142 及び透過部 144 を形成することもできる。

#### 【0049】

細線電極 116 は、複数の電流供給部 116a を有して形成することもできる。例えば、3つの電流供給部 116a と、電流供給部 116a に挟まれた領域に設けられる2つの光反射部 116b を有して形成することもできる。また、複数の電流供給部 116a を、部分的に接続して形成することもできる。例えば、2つの電流供給部 116a を有する細線電極 116 において、一方の電流供給部 116a と、一方の電流供給部 116a に対向する他方の電流供給部 116a との間に電氣的に接続する領域を部分的に設け、上面視においてラダー状の電流供給部を形成することもできる。

#### 【0050】

本実施形態に係る発光素子 1 は上面視にて略正方形に形成されるが、上面視における縦寸法と横寸法とを異ならせることもできる。この場合、発光素子 1 の上面視における形状は、長方形となる。また、発光素子 1 の上面視における寸法は、2mm×2mm よりも大型のチップサイズにすることもできる。

#### 【0051】

更に、発光素子 1 が備える半導体積層構造 10 は、半導体積層構造 10 を構成する化合物半導体層の導電型を、第 1 の実施の形態の反対にすることもできる。例えば、n 型コンタクト層 101 及び n 型クラッド層 103 の導電型を p 型にすると共に、p 型クラッド層 107 及び p 型コンタクト層 109 の導電型を n 型にすることもできる。

#### 【0052】

(発光素子 1 の製造方法)

図 2A から図 2R は、本発明の第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の流れを示す。

#### 【0053】

まず、図 2A (a) に示すように、n 型 GaAs 基板 100 の上に、例えば、有機金属気相成長法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition: MOCVD 法) によって複数の化合物半導体層を含む AlGaInP 系の半導体積層構造 11 を形成する。本実施の形態においては、少なくとも、n 型 GaAs 基板 100 上に、エッチングストップ層 102 と、n 型クラッド層 103 と、活性層 105 と、p 型クラッド層 107 とを含む半導体積層構造 11 を形成する。

#### 【0054】

一例として、n 型 GaAs 基板 100 の上に、GaInP を有するエッチングストップ層 102 と、n 型の GaAs を有する n 型コンタクト層 101 と、n 型の AlGaInP を有する n 型クラッド層 103 と、AlGaInP からなる量子井戸型の活性層 105 と、p 型の AlGaInP を有する p 型クラッド層 107 と、p 型の GaP を有する p 型コンタクト層 109 とを MOCVD 法を用いてこの順に形成する。これにより、n 型 GaAs 基板 100 上に半導体積層構造 11 が形成されたエピタキシャルウエハが形成される。

なお、 $n$ 型コンタクト層101及び $p$ 型コンタクト層109を設けることにより、金属層117と $n$ 型コンタクト層101との間、及び $p$ 型コンタクト層109とコンタクト部120との間の良好な電氣的接合が取りやすくなる。

#### 【0055】

なお、MOCVD法において用いる原料は、トリメチルガリウム (TMGa)、トリエチルガリウム (TEGa)、トリメチルアルミニウム (TMAl)、トリメチルインジウム (TMIn) 等の有機金属化合物、及びアルシン ( $AsH_3$ )、ホスフィン ( $PH_3$ ) 等の水素化物ガスを用いることができる。更に、 $n$ 型のドーパントの原料は、ジシラン ( $Si_2H_6$ ) を用いることができる。そして、 $p$ 型のドーパントの原料は、ビスシクロペンタジエニルマグネシウム ( $Cp_2Mg$ ) を用いることができる。

10

#### 【0056】

また、 $n$ 型のドーパントの原料として、セレン化水素 ( $H_2Se$ )、モノシラン ( $SiH_4$ )、ジエチルテルル (DETe)、又はジメチルテルル (DMTe) を用いることもできる。そして、 $p$ 型のドーパントの原料として、ジメチルジンク (DMZn) 又はジエチルジンク (DEZn) を用いることもできる。

#### 【0057】

なお、 $n$ 型GaAs基板100の上の半導体積層構造11は、分子線エピタキシー法 (Molecular Beam Epitaxy: MBE) を用いて形成できる。また、GaN系の半導体積層構造11を形成する場合等には、ハライド気相エピタキシー法 (Halide Vapor Phase Epitaxy: HVPE) を用いて形成することもできる。

20

#### 【0058】

次に、図2A (b) に示すように、図2A (a) において形成したエピタキシャルウエハをMOCVD装置から搬出した後、 $p$ 型コンタクト層109の表面に透明層140を形成する。具体的には、プラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 装置を用いて、透明層140としての $SiO_2$ 膜を $p$ 型コンタクト層109の表面に形成する。なお、透明層140は、真空蒸着法により形成することもできる。

#### 【0059】

次に、図2B (c) に示すように、フォトリソグラフィ法及びエッチング法を用いて、透明層140に開口140aを形成する。例えば、開口140aを形成すべき領域に溝を有するフォトレジストパターンを、透明層140上に形成する。開口140aは、透明層140の表面から $p$ 型コンタクト層109と透明層140との界面までを貫通して形成される。具体的には、純水で希釈したフッ酸系のエッチャントを用いて、フォトレジストパターンが形成されていない領域の透明層140を除去することにより、透明層140に開口140aを形成する。なお、開口140aは、コンタクト部120が設けられる領域に形成する。

30

#### 【0060】

続いて、図2B (d) に示すように、真空蒸着法及びリフトオフ法を用いて、開口140a内にコンタクト部120を構成する材料であるAuZn合金を形成する。例えば、開口140aを形成する際に用いるフォトレジストパターンをマスクとして、AuZnを開口140a内に真空蒸着することにより、コンタクト部120を形成する。

40

#### 【0061】

次に、図2C (e) に示すように、真空蒸着法又はスパッタ法を用いて、反射層132としてのAu層と、バリア層134としてのTi層と、接合層136としてのAu層とを透明層140及びコンタクト部120上に形成する。これにより、半導体積層構造体1aが形成される。なお、バリア層134は、接合層136を構成する材料が反射層132に伝搬することを抑制することができる限り、Ti層、Pt層等の高融点材料からなる層を積層させて形成することもできる。なお、透明層140と反射層132との間に、透明層140に対する反射層132の密着性を向上させる密着薄膜を更に設けることもできる。この密着薄膜は、活性層105が発する光を実質的に吸収しない厚さを有して形成する。

50

また、反射層 1 3 2 は、活性層 1 0 5 が発する光の波長に応じて、高い反射率を有する材料を選択する。

#### 【0062】

そして、図 2 D ( f ) に示すように、支持基板 2 0 としての S i 基板上に、コンタクト電極 2 0 4 としての T i と、接合層 2 0 2 としての A u とをこの順に真空蒸着法を用いて形成する。これにより、支持構造体 2 0 a が形成される。続いて、半導体積層構造体 1 a の接合層 1 3 6 の表面である接合面 1 3 6 a と、支持構造体 2 0 a の接合層 2 0 2 の表面である接合面 2 0 2 a とを対向させて重ね、この状態をカーボン等から形成される治具で保持する。

#### 【0063】

続いて、半導体積層構造体 1 a と支持構造体 2 0 a とが重なり合った状態を保持している治具を、ウエハ貼合わせ装置（例えば、マイクロマシーン用のウエハ貼り合わせ装置）内に導入する。そして、ウエハ貼合わせ装置内を所定の圧力まで減圧する。続いて、互いに重なり合っている半導体積層構造体 1 a と支持構造体 2 0 a とに治具を介して略均一に圧力を加える。次に、治具を所定温度まで所定の昇温速度で加熱する。

#### 【0064】

具体的には、治具の温度を 3 5 0 °C まで加熱する。そして、治具の温度が 3 5 0 °C 程度に達した後、治具を当該温度で約 1 時間保持する。その後、治具を徐冷する。治具の温度を、例えば室温まで十分に低下させる。治具の温度が低下した後、治具に加わっている圧力を開放する。そして、ウエハ貼合わせ装置内の圧力を大気圧にして治具を取り出す。これにより、図 2 D ( g ) に示すように、半導体積層構造体 1 a と支持構造体 2 0 a とが接合層 1 3 6 と接合層 2 0 2 との間において機械的に接合した接合構造体 1 b が形成される。

#### 【0065】

なお、本実施形態においては、半導体積層構造体 1 a は、バリア層 1 3 4 を有している。したがって、半導体積層構造体 1 a と支持構造体 2 0 a とを接合面 1 3 6 a と接合面 2 0 2 a とで接合させた場合であっても、接合層 1 3 6 及び接合層 2 0 2 を形成する材料が反射層 1 3 2 に拡散することを抑制して、反射層 1 3 2 の反射特性が劣化することを抑制できる。

#### 【0066】

次に、研磨装置の治具に貼り付け用ワックスで接合構造体 1 b を貼り付ける。具体的に、支持基板 2 0 側を当該治具に貼り付ける。そして、接合構造体 1 b の n 型 G a A s 基板 1 0 0 を所定の厚さになるまで研磨する。一例として、n 型 G a A s 基板 1 0 0 の残りの厚さが 3 0 μm 程度になるまで、n 型 G a A s 基板 1 0 0 を研磨する。続いて、研磨後の接合構造体 1 b を研磨装置の治具から取り外して、支持基板 2 0 の表面に付着しているワックスを洗浄除去する。そして、図 2 E ( h ) に示すように、G a A s エッチング用のエッチャントを用いて、研磨後の接合構造体 1 b から n 型 G a A s 基板 1 0 0 を選択的に完全に除去してエッチングストップ層 1 0 2 が露出した接合構造体 1 c を形成する。G a A s エッチング用のエッチャントとしては、例えば、アンモニア水と過酸化水素水との混合液が挙げられる。なお、n 型 G a A s 基板 1 0 0 を研磨せずに、n 型 G a A s 基板 1 0 0 の全てをエッチングにより除去することもできる。

#### 【0067】

続いて、図 2 E ( i ) に示すように、接合構造体 1 c からエッチングストップ層 1 0 2 を所定のエッチャントを用いてエッチングにより除去する。これにより、エッチングストップ層 1 0 2 が除去された接合構造体 1 d が形成される。エッチングストップ層 1 0 2 が G a I n P から形成されている場合、所定のエッチャントとしては、塩酸を含むエッチャントを用いることができる。これにより n 型コンタクト層 1 0 1 の表面が外部に露出する。

#### 【0068】

次に、図 2 F に示すように、n 型コンタクト層 1 0 1 の表面に、フォトリソグラフィー

10

20

30

40

50

法を用いてマスクパターン30を形成する。マスクパターン30は、金属層117を形成すべき領域上に形成する。具体的には、図1Aに示した細線電極116が形成される領域であって、図1Cに示す金属層117が形成される領域に対応する部分にマスクパターン30を形成する。これにより、発光素子1が形成される領域である素子領域50のそれぞれにマスクパターン30が形成された積層構造体1eが形成される。また、図2Gに、図2FのC-C断面図を示す。図2Gに示すように、積層構造体1eの複数のマスクパターン30はそれぞれ、本実施の形態の発光素子1が備えるn型クラッド層103上に形成されるべき複数の細線状のn型クラッド層101に対応する領域に形成される。すなわち、マスクパターン30は、図1Cに示すように、発光素子1が備えることになる電流供給部116aに対応させて形成される。

10

#### 【0069】

続いて、マスクパターン30をマスクとして、n型コンタクト層101に硫酸と過酸化水素水と水との混合液を用いてエッチング処理を施す。これにより、マスクパターン30が形成されていない領域のn型コンタクト層101が除去される。n型コンタクト層101のエッチング終了後、マスクパターン30を除去する。これにより、図2Hに示すように、後述する金属層117が形成されるべきn型クラッド層103上の領域に、n型コンタクト層101が残存した状態の積層構造体1fが形成される。なお、当該混合液を用いることにより、GaAsから形成されるn型コンタクト層101を、n型AlGaInPから形成されるn型クラッド層103に対して選択的にエッチングできる。したがって、接合構造体1fにおいては、n型クラッド層103の表面が外部に露出することとなる。

20

#### 【0070】

次に、積層構造体1fの表面の全面に、透過材料膜40を形成する。これにより、図2Iに示すような積層構造体1gが形成される。具体的には、積層構造体1fが備えるn型コンタクト層101を被覆する厚さを有すると共に、活性層105が発する光を透過する材料からなる透過材料膜40を、CVD法等の成膜法により形成する。例えば、透過材料膜40は、CVD法で形成されるSiO<sub>2</sub>膜である。図2Jは、図2IのD-D断面を示す。図2Jに示すように、積層構造体1gが備えるn型コンタクト層101は、透過材料膜40によって覆われる。

#### 【0071】

続いて、透過材料膜40を残存させるべき領域上に、フォトリソグラフィ法を用いてマスクパターンを形成する。マスクパターンは、図1Aに示す表面中心電極部110と図1Cに示す光反射部116bとが形成されるべき領域に形成される。これにより、マスクパターンが形成された領域を除く領域は外部に露出する。次に、外部に露出している透過材料膜40をエッチング除去する。表面中心電極部110と光反射部116bとが形成されるべき領域を除く領域の透過材料膜40を除去した後、マスクパターンを除去する。これにより、図2Kに示すような積層構造体1hが形成される。

30

#### 【0072】

図2Lは、図2KのE-E断面を示す。積層構造体1hにおいては、細線電極116が形成されるべき領域の直下に対応する一方のn型コンタクト層101と一方のn型コンタクト層101に対向する他方のn型コンタクト層101との間に、透過材料膜40が残存する形態となる。なお、透過材料膜40の厚さは、n型コンタクト層101の厚さよりも厚く形成する。また、図2Mは、図2KのF-F断面を示す。積層構造体1hにおいては、表面中心電極部110が形成されるべき領域の直下に対応するn型クラッド層103上に、透過材料膜40が形成される。

40

#### 【0073】

次に、フォトリソグラフィ法を用いてn型コンタクト層101の表面が露出するマスクパターンを形成する。すなわち、n型コンタクト層101の表面を除く領域にマスクパターンを形成する。そして、真空蒸着法を用いてn型コンタクト層101上に金属材料を蒸着する。金属材料は、例えば、AuGe合金とNiとAuとをこの順にn型コンタクト層101上に蒸着することにより形成される。続いて、マスクパターンを除去した後、金

50

属材料が形成された積層構造体 1 h に、合金処理（アロイ処理）を施す。一例として、不活性雰囲気としての窒素雰囲気下、400℃程度の温度でのアロイ処理を接合構造体 1 h に施す。このアロイ処理により、金属材料が n 型コンタクト層 1 0 1 にオーミック接合して金属層 1 1 7 となる。これにより、図 2 N に示すような金属層 1 1 7 が n 型コンタクト層 1 0 1 上に形成された積層構造体 1 i が形成される。

#### 【0074】

続いて、フォトリソグラフィ法を用いて、表面中心電極部 1 1 0 及び細線電極用金属層 1 1 8 が形成されるべき領域に開口を有するマスクパターンを形成する。すなわち、表面中心電極部 1 1 0 が形成されるべき領域に設けられている透過材料膜 4 0 の表面と、細線電極 1 1 6 が形成されるべき領域に設けられている透過材料膜 4 0 及び金属層 1 1 7 の表面が露出する開口を有するマスクパターンを形成する。次に、真空蒸着法又はスパッタ法等を用い、表面中心電極部 1 1 0（すなわち、パッド部 1 1 2 及び線状電極 1 1 4）、及び細線電極用金属層 1 1 8 を形成する。表面中心電極部 1 1 0 及び細線電極用金属層 1 1 8 は、一例として、下部金属層（例えば、A l）と最表面金属層（例えば、A u）とから形成される。なお、最表面金属層は、下部金属層の厚さより厚く形成することができる。これにより、図 2 O に示すような、積層構造体 1 j が形成される。

#### 【0075】

次に、支持基板 2 0 の裏面に真空蒸着法又はスパッタ法を用いて、裏面電極 2 1 0 を形成する。そして、裏面電極 2 1 0 と支持基板 2 0 との間でオーミック接合させることを目的として、例えば、不活性雰囲気下で所定温度の合金処理を施す。これにより、図 2 P に示すような、裏面電極 2 1 0 を備える積層構造体 1 k が形成される。

#### 【0076】

なお、この合金処理の前、又は後において、光取り出し効率を向上させることを目的として、外部に露出している n 型クラッド層 1 0 3 の表面に凹凸部を形成することもできる。凹凸部は、例えば、以下のように形成する。まず、フォトリソグラフィ法を用いてミクロンオーダーの開口が規則的又は不規則に配列しているマスクパターンを n 型クラッド層 1 0 3 上に形成する。そして、このマスクパターンをマスクとして、n 型クラッド層 1 0 3 の表面にエッチング処理を施すことにより、n 型クラッド層 1 0 3 の表面に微細な凹凸部を形成することができる。

#### 【0077】

続いて、フォトリソグラフィ法を用いて発光素子間を分離するマスクパターンを接合構造体 1 k の表面に形成する。すなわち、接合構造体 1 k の n 型クラッド層 1 0 3 の表面に発光素子間分離用のマスクパターンを形成する。そして、マスクパターンをマスクとして、n 型クラッド層 1 0 3 の表面側から p 型コンタクト層 1 0 9 までをウェットエッチング法で除去することにより発光素子をそれぞれ分離する。これにより、図 2 Q に示すように、複数の発光素子間が分離された接合構造体 1 l が形成される。

#### 【0078】

そして、ダイシングブレードを有するダイシング装置を用いて、接合構造体 1 l を素子分離する。これにより、図 2 R に示すように、本実施の形態に係る複数の発光素子 1 が形成される。この場合、接合構造体 1 l は、活性層 1 0 5 を含む半導体層についてはウェットエッチングにより素子分離されているので、ダイシング装置を用いた素子分離によって活性層 1 0 5 を含む半導体層に機械的な欠陥が入ることを抑制できる。

#### 【0079】

（第 1 の実施の形態の効果）

本実施の形態に係る発光素子 1 は、表面中心電極部 1 1 0 と細線電極 1 1 6 の光反射部 1 1 6 b とによって活性層 1 0 5 が発した光を反射する構造にすることにより、表面中心電極部 1 1 0 及び光反射部 1 1 6 b によって光を反射させることができるので、表面中心電極部 1 1 0 及び細線電極 1 1 6 による光吸収損失を低減でき、光取り出し効率を大幅に向上させることができる。

#### 【0080】

また、発光素子 1 は、アンペアクラスの大電流を供給しても焼損しない断面積を有する表面中心電極部 110 と、表面中心電極部 110 に供給された電流を半導体積層構造 10 に供給する電流供給部 116a を有する細線電極 116 とによって電極を構成したので、細線電極 116 が大電流によって焼損することを抑制できる。これにより、大電流の供給に備えて細線電極 116 の幅を太くすることを要さないで、細線電極 116 の電流供給部 116a による光吸収を最小限に抑えることができる。

#### 【0081】

また、発光素子 1 において、大電流が供給される表面中心電極部 110 は、細線電極 116 に電流を供給する機能を除けば、主として、光を反射させる機能を発揮する。したがって、大電流の供給に備えて表面中心電極部 110 の線状電極 114 の幅を太くした場合であっても、表面中心電極部 110 による光吸収は実質的に無視できるので、光取り出し効率を大幅に向上させることができる。

#### 【0082】

なお、本実施の形態に係る発光素子 1 は、チップサイズが大きく、かつ、1 つの発光素子 1 だけで高輝度発光するので、複数の発光素子を並列することにより構成される照明装置において、本実施の形態に係る発光素子 1 で発光素子を構成することにより、照明装置の消費電力を大幅に低減できる。また、本実施の形態に係る発光素子 1 は、交通信号、ビル照明等に適用することもできる。

#### 【0083】

[第 2 の実施の形態]

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る発光素子の部分断面の概要を示す。

#### 【0084】

本発明の第 2 の実施の形態に係る発光素子は、本発明の第 1 の実施の形態に係る発光素子 1 とは、細線電極 116 の構造が異なる点を除き、発光素子 1 と略同一の構成を備える。よって、相違点を除き詳細な説明は省略する。

#### 【0085】

第 2 の実施の形態に係る発光素子の細線電極 116 は、電流供給部 116a が 2 つの光反射部 116b によって挟まれた構成を有する。第 2 の実施の形態に係る発光素子においては、一の細線電極 116 が有する 2 つの光反射部 116b によって、活性層 105 が発した光を反射することができる。

#### 【実施例】

#### 【0086】

本発明の第 1 の実施の形態に係る発光素子 1 の構造に基づいて、実施例に係る発光素子を製造した。具体的には、以下の構成を備える発光素子を製造した。

#### 【0087】

まず、半導体積層構造は、n 型の AlGaInP からなる n 型クラッド層 103 と、量子井戸構造からなる活性層 105 と、p 型の AlGaInP からなる p 型クラッド層 107 とから形成した。そして、透明層 140 は、SiO<sub>2</sub> 層から形成した。反射部 130 の反射層 132 としては Au 層を用い、接合層 136 としては Au 層を用いた。更に、接合層 202 としては Au 層を用いた。また、支持基板 20 としては、低抵抗の導電性 Si 基板を用いた。透過層 142 及び透過部 144 はそれぞれ、300nm 厚の SiO<sub>2</sub> から形成した。

#### 【0088】

そして、金属層 117 は AuGe/Ni/Au から形成すると共に、表面中心電極部 110 及び細線電極用金属層 118 は 50nm 厚の Al と 2μm 厚の Au から形成した。なお、パッド部 112 は上面視にて円形に形成すると共に、その直径を 200μm に形成した。また、線状電極 114 の幅は 50μm に形成すると共に、細線電極 116 の幅は 10μm に形成した。更に、細線電極 116 は、合計 16 本とした（線状電極 114 を対称軸として 16 本の細線電極 116 を対向させた）。また、光反射部 116b の上面視における幅は 7μm に形成した。発光素子 1 のチップサイズは 2mm×2mm である。なお、光

10

20

30

40

50

取り出し面 103a には、ミクロンオーダーの微細な凹凸加工を施した。

【0089】

この実施例に係る発光素子を TO-46 ステムに共晶合金を用いて搭載した。そして、パッド部 112 と TO-46 ステムの電流注入部をワイヤーにより接続した。続いて、シリコンで樹脂モールドした。そして、発光素子を搭載した TO-46 ステムを、放熱治具に固定した。この発光装置の特性を評価したところ、以下のような結果が得られた。

【0090】

すなわち、実施例に係る発光素子に 2 A (アンペア) の電流を供給して、発光波長、発光出力、及び順方向電圧を測定した。その結果、発光波長は 630 nm であり、発光出力は 2.1 W であり、順方向電圧は 2.5 V であった。

10

【0091】

(比較例)

また、実施例に係る発光素子の比較として、光を反射する機能を有さない表面中心電極部及び細線電極を備える発光素子を形成した。

【0092】

図 4 は、比較例に係る発光素子の模式的な縦断面を示す。

【0093】

比較例に係る発光素子は、表面中心電極部 110 の直下に透過層 142 の代わりに n 型クラッド層 103 とオーミック接触するオーミック電極 190 を設けた。また、細線電極の直下には、光反射部を設けず、全面を電流供給部とした。その他の構成は、実施例に係る発光素子と同様である。

20

【0094】

実施例と同様に、比較例に係る発光素子を TO-46 ステムに搭載して、樹脂封止した。そして、比較例に係る発光素子の特性を評価した。比較例に係る発光素子に 2 A の電流を供給したところ、順方向電圧は 2.4 V と実施例に係る発光素子より低い値であったものの、発光出力は 1.4 mW であった。すなわち、比較例に係る発光素子の発光出力は、実施例に係る発光素子の発光出力の 3 分の 2 程度であった。これは、比較例に係る発光素子においては、表面中心電極部及び細線部における光吸収損失が大きいことに起因すると考えられ、本実施例に係る発光素子の優位性が示された。

【0095】

30

以上、本発明の実施の形態及び実施例を説明したが、上記に記載した実施の形態及び実施例は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。また、実施の形態及び実施例の中で説明した特徴の組合せの全てが発明の課題を解決するための手段に必須であるとは限らない点に留意すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図 1 A】第 1 の実施の形態に係る発光素子の模式的な上面図である。

【図 1 B】図 1 A の A-A 断面における発光素子の模式的な縦断面図である。

【図 1 C】図 1 A の B-B 断面における発光素子の部分的な縦断面図である。

【図 2 A】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

40

【図 2 B】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 C】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 D】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 E】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 F】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 G】図 2 F の C-C 断面図である。

【図 2 H】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 I】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 J】図 2 I の D-D 断面図である。

【図 2 K】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

50



【図 2 L】図 2 K の E - E 断面図である。

【図 2 M】図 2 K の F - F 断面図である。

【図 2 N】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 O】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 P】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 Q】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 2 R】第 1 の実施の形態に係る発光素子の製造工程の図である。

【図 3】第 2 の実施の形態に係る発光素子の部分断面図である。

【図 4】比較例に係る発光素子の模式的な縦断面図である。

【符号の説明】

10

【0097】

1、2 発光素子

1 a 半導体積層構造体

1 b、1 c、1 d、1 e、1 f、1 g、1 h、1 i、1 j、1 k、1 l 接合構造体

1 0、1 0 a 半導体積層構造

1 1 半導体積層構造

2 0 支持基板

2 0 a 支持構造体

3 0 マスクパターン

4 0 透過材料膜

20

5 0 素子領域

1 0 0 n 型 GaAs 基板

1 0 1 n 型コンタクト層

1 0 2 エッチングストップ層

1 0 3 n 型クラッド層

1 0 3 a 光取り出し面

1 0 5 活性層

1 0 7 p 型クラッド層

1 0 9 p 型コンタクト層

1 1 0 表面中心電極部

30

1 1 0 a 界面

1 1 2 パッド部

1 1 4 線状電極

1 1 6 細線電極

1 1 6 a 電流供給部

1 1 6 b 光反射部

1 1 7 金属層

1 1 8 細線電極用金属層

1 2 0 コンタクト部

1 3 0 反射部

40

1 3 2 反射層

1 3 4 合金化抑止層

1 3 6、2 0 2 接合層

1 3 6 a、2 0 2 a 接合面

1 4 0 透明層

1 4 0 a 開口

1 4 2 透過層

1 4 4 透過部

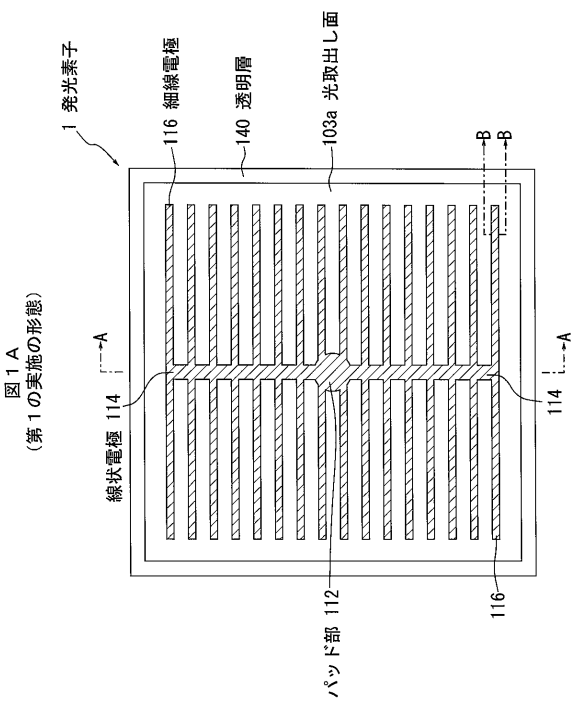
1 4 4 a 界面

2 0 0 密着層

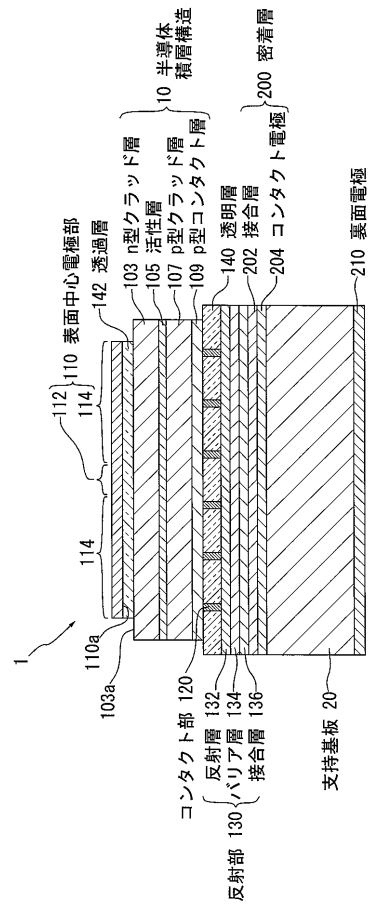
50

2 0 4    コンタクト電極  
2 1 0    裏面電極

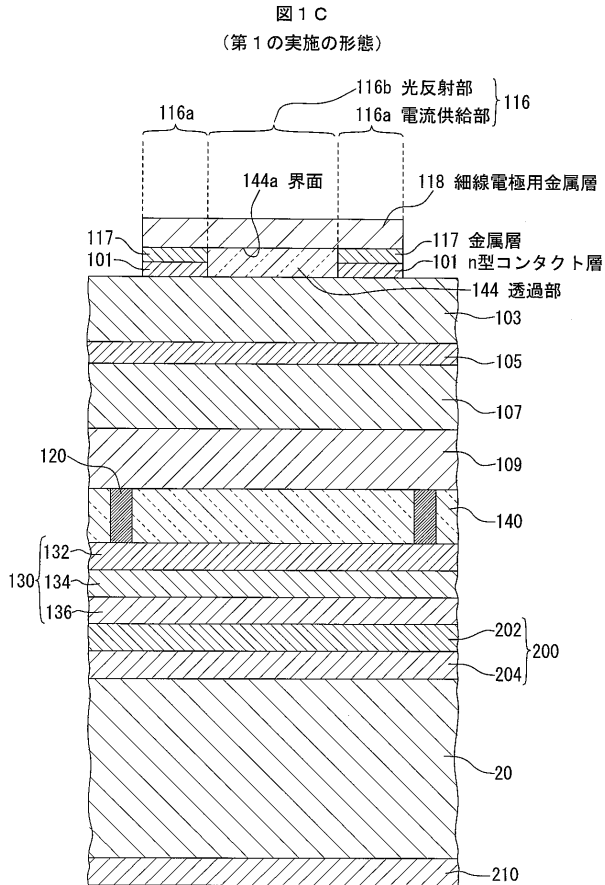
【図 1 A】



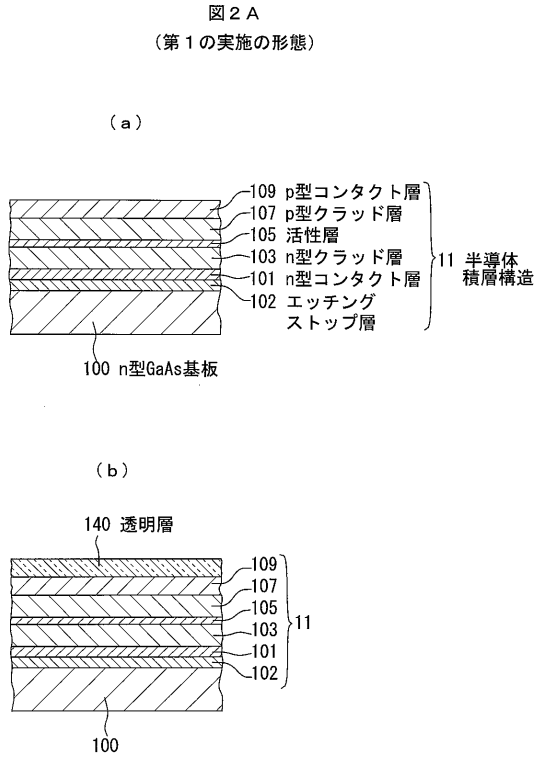
【 図 1 B 】



【図 1 C】

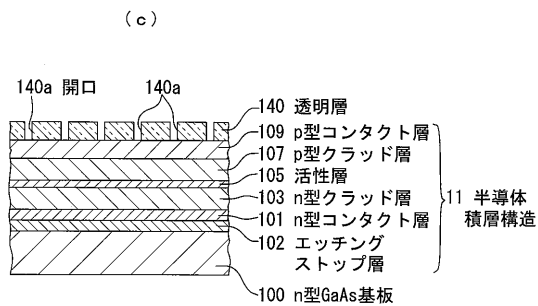


【図 2 A】



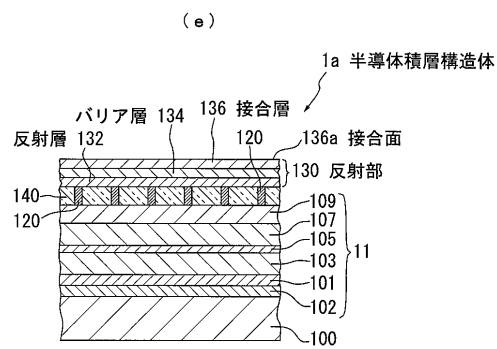
【図 2 B】

図 2 B  
(第 1 の実施の形態)

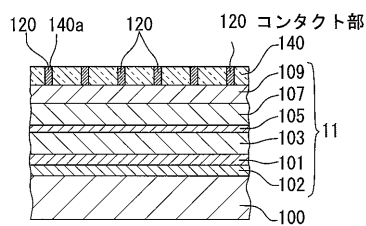


【図 2 C】

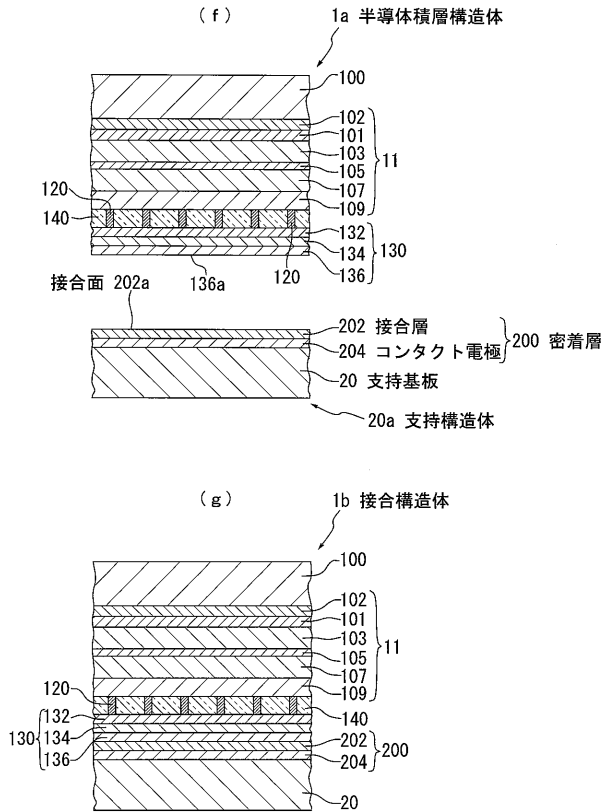
図 2 C  
(第 1 の実施の形態)



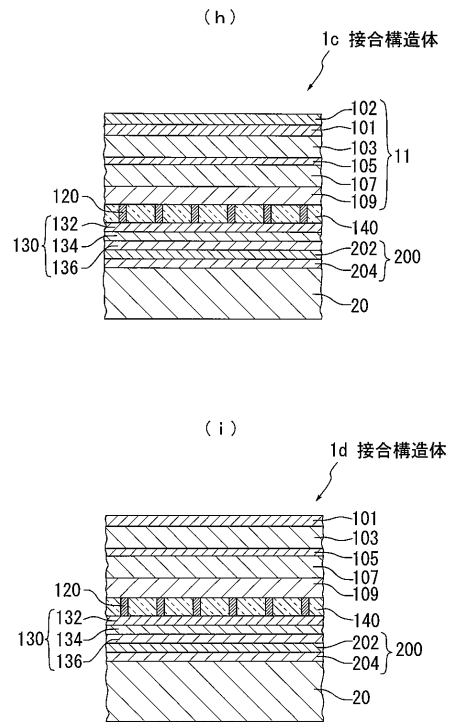
(d)



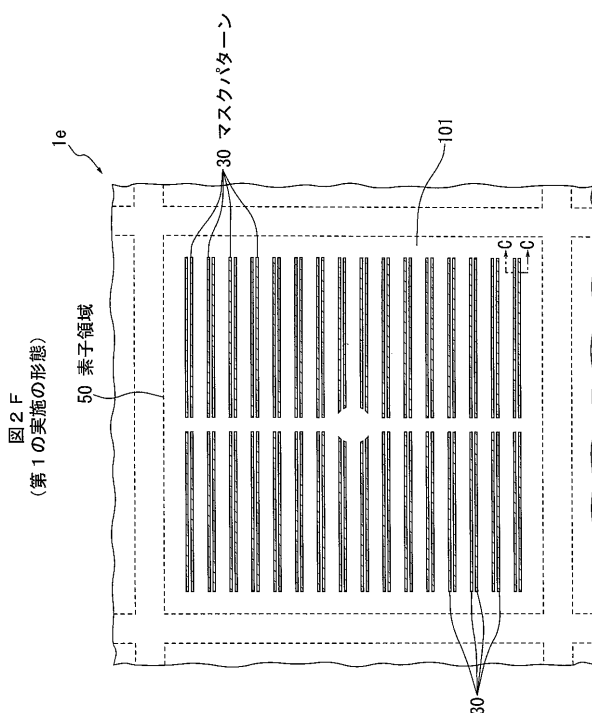
【図 2 D】

図 2 D  
(第 1 の実施の形態)

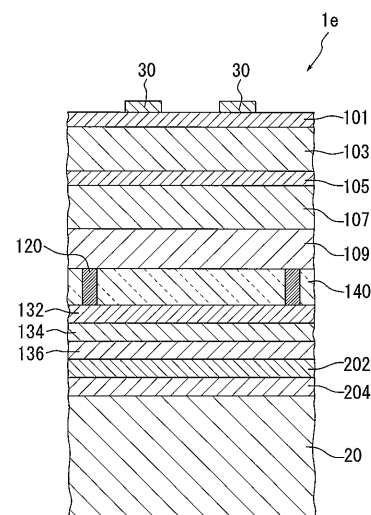
【図 2 E】

図 2 E  
(第 1 の実施の形態)

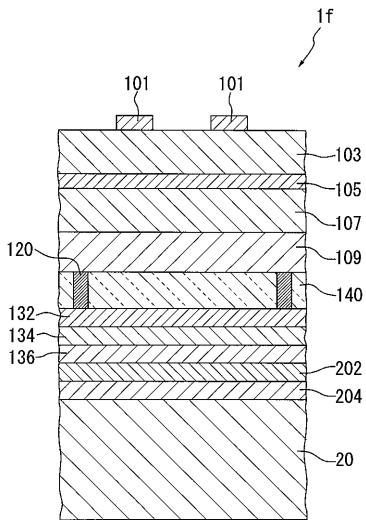
【図 2 F】



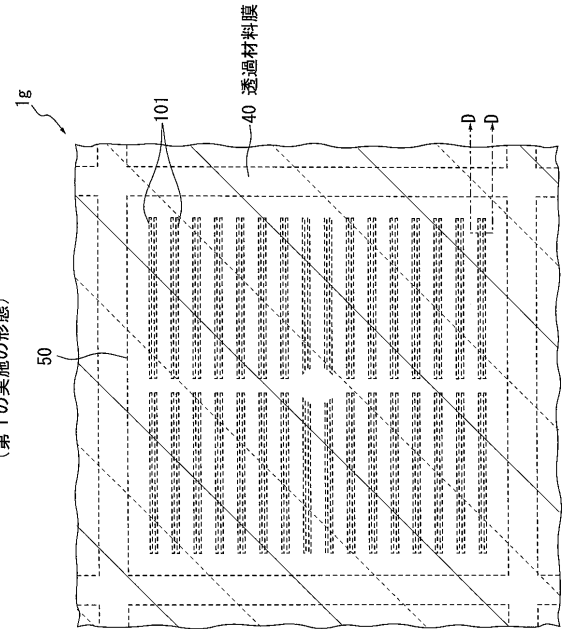
【図 2 G】

図 2 G  
(第 1 の実施の形態)

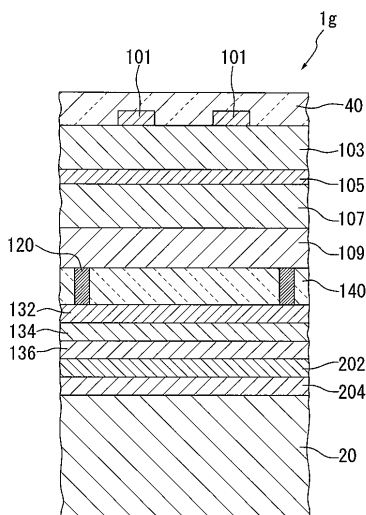
【図 2 H】

図 2 H  
(第 1 の実施の形態)

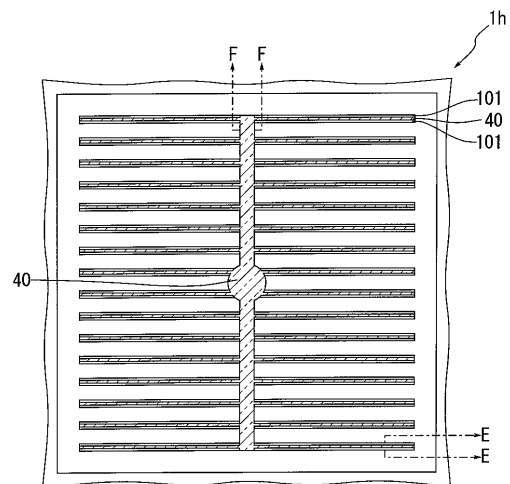
【図 2 I】

図 2 I  
(第 1 の実施の形態)

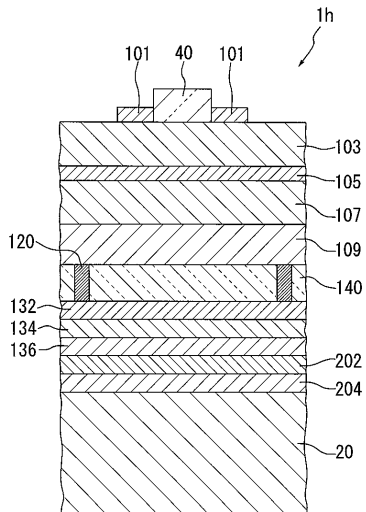
【図 2 J】

図 2 J  
(第 1 の実施の形態)

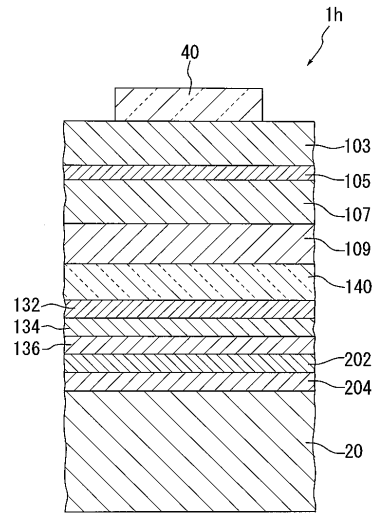
【図 2 K】

図 2 K  
(第 1 の実施の形態)

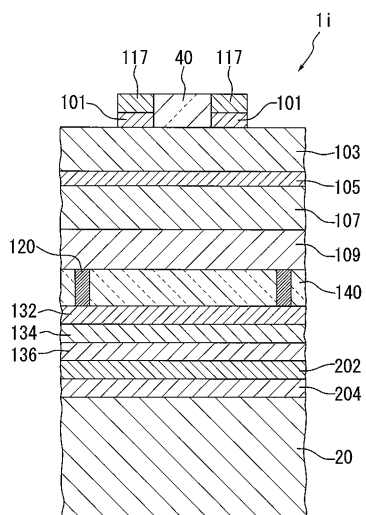
【図 2 L】

図 2 L  
(第 1 の実施の形態)

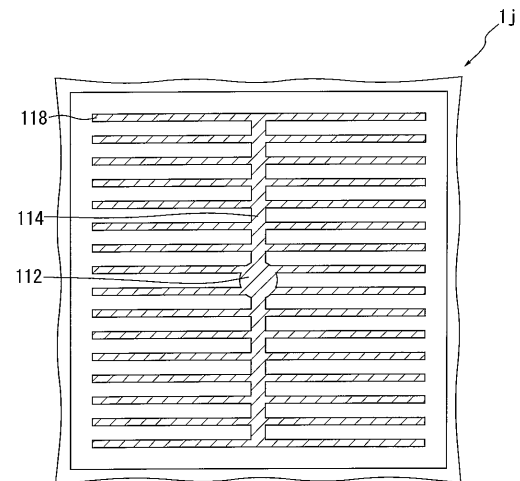
【図 2 M】

図 2 M  
(第 1 の実施の形態)

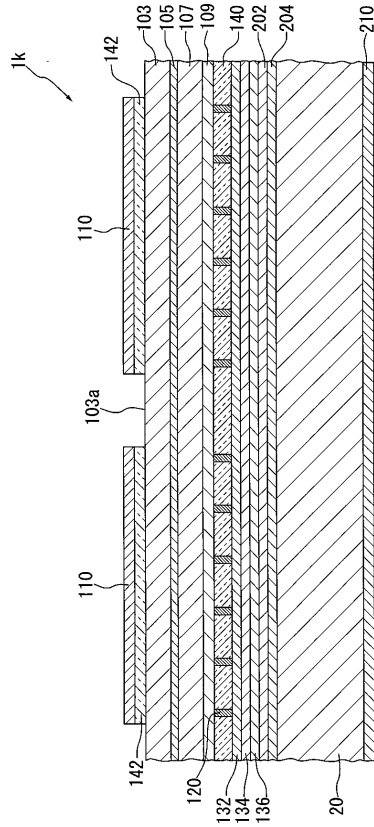
【図 2 N】

図 2 N  
(第 1 の実施の形態)

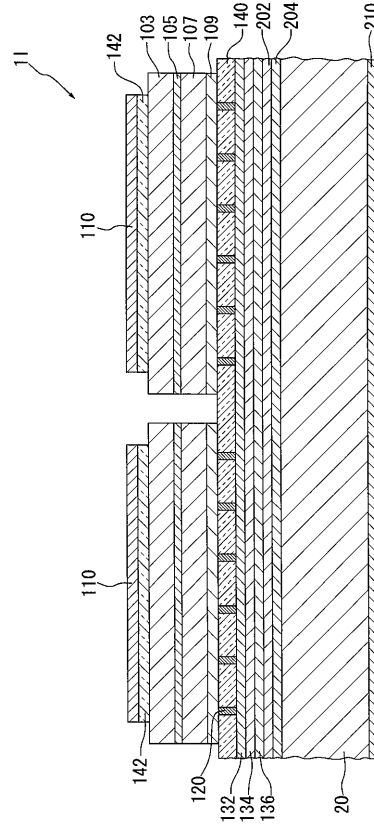
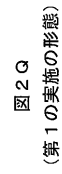
【図 2 O】

図 2 O  
(第 1 の実施の形態)

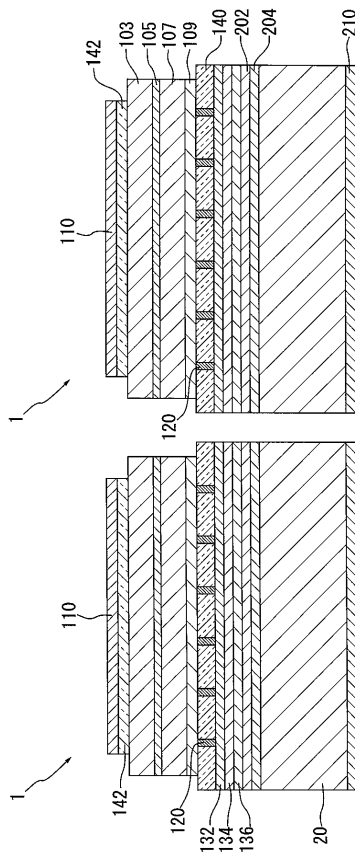
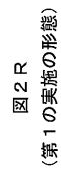
【図 2 P】



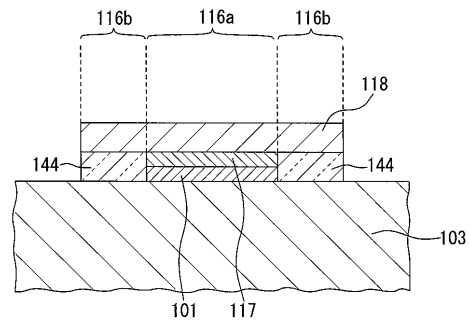
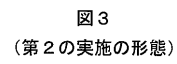
【図 2 Q】



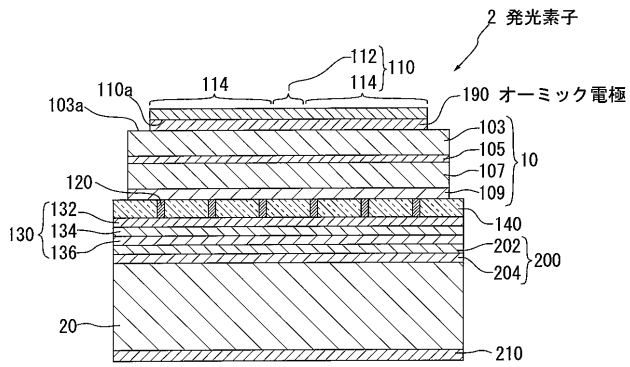
【図 2 R】



【图 3】



【 図 4 】

図 4  
(比較例)



---

フロントページの続き

(74)代理人 100151688

弁理士 今 智司

(72)発明者 海野 恒弘

東京都千代田区外神田四丁目1 4 番1 号 日立電線株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA04 CA05 CA33 CA37 CA46 CA65 CA83 CB15