

(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2007-5813

(P2007-5813A)

(43) 公開日 平成19年1月11日(2007.1.11)

(51) Int.Cl.

**H O 1 L 33/00 (2006.01)**

F 1

HO 1 L 33/00

A

テーマコード (参考)

5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2006-174377 (P2006-174377)

(22) 出願日 平成18年6月23日 (2006. 6. 23)

(31) 優先權主張番号 094121291

(32) 優先日 平成17年6月24日 (2005. 6. 24)

(33) 優先權主張国 台灣 (TW)

(71) 出願人 598061302

晶元光電股▲ふん▼有限公司

台灣新竹科學工業園區新竹市力行五路5號

(74) 代理人 100070150

伊東 忠彦 伊東 忠彦

(74) 代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(74) 代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(74) 代理人 100145377

公一 杉山 理士 弁

(72) 發明者 陳 彥文

台灣新竹市科學工業園區新竹市力行五路5號

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 半導体発光デバイス

(57) 【要約】

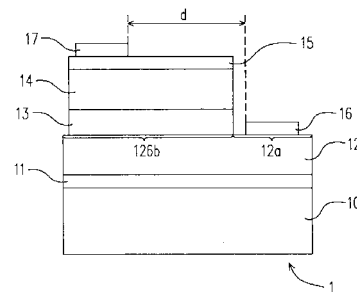
【課題】

より高い輝度とより優れた電流拡散を有する半導体発光デバイスを提供する。

【解決手段】

基板、半導体発光積層体、第1電極、第1透明酸化物導電層、及び第2電極を有する半導体発光デバイスが提供される。半導体発光積層体は、基板に配置され、第1表面領域及び第2表面領域を有する。第1電極は第1表面領域に配置される。第1透明酸化物導電層は第2表面領域に配置される。第2電極は第1透明酸化物導電層上に配置される。発光デバイスの面積は $2.5 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ より大きく、第1電極と第2電極との間隔は原則的に $150 \mu\text{m}$ と $250 \mu\text{m}$ との間であり、且つ第1電極及び第2電極の面積は発光層の面積の15%から25%である。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板；

前記基板に配置された、第 1 表面領域及び第 2 表面領域を備える半導体発光積層体であり；

前記基板上に配置された第 1 半導体層；

前記第 1 半導体層上に配置された発光層；及び

前記発光層上に配置された第 2 半導体層；

を有する半導体発光積層体；

前記第 1 表面領域に配置された第 1 電極；

10

前記第 2 表面領域に配置された第 1 透明酸化物導電層；並びに

前記第 1 透明酸化物導電層上に配置された第 2 電極；

を有する半導体発光デバイスであって、

当該発光デバイスの面積が  $2.5 \times 10^5 \mu\text{m}^2$  より大きく、前記第 1 電極の第 1 エッジと該第 1 エッジに隣接する前記第 2 電極の第 2 エッジとの間隔が原則的に  $150 \mu\text{m}$  と  $250 \mu\text{m}$  との間であり、且つ前記第 1 電極及び前記第 2 電極の面積が前記発光層の面積の 15% から 25% であるところの半導体発光デバイス。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の半導体発光デバイスであって、前記基板と前記半導体発光積層体との間に配置された接着層をさらに有する半導体発光デバイス。

20

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の半導体発光デバイスであって、前記接着層がポリイミド、ベンゾシクロブテン (BCB)、プレフルオロシクロブタン (PFCB)、インジウムスズ酸化物、In、Sn、Al、Au、Pt、Zn、Ag、Ti、Pb、Ni、Au-Be、Au-Sn、Au-Si、Pb-Sn、Au-Ge、PdIn、及び AuZn から成るグループから選択される少なくとも 1 つの材料を有するところの半導体発光デバイス。

## 【請求項 4】

請求項 2 に記載の半導体発光デバイスであって、前記基板及び前記接着層の何れかの上に配置された反応層をさらに有する半導体発光デバイス。

## 【請求項 5】

30

請求項 4 に記載の半導体発光デバイスであって、前記反応層が  $\text{SiN}_x$ 、チタン、及びクロムから成るグループから選択される少なくとも 1 つの材料を有するところの半導体発光デバイス。

## 【請求項 6】

請求項 4 に記載の半導体発光デバイスであって、前記発光積層体及び前記反応層の何れかの下に配置された反射層をさらに有する半導体発光デバイス。

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の半導体発光デバイスであって、前記反射層が In、Sn、Al、Pt、Zn、Ag、Ti、Pb、Pd、Ge、Cu、AuBe、AuGe、Ni、PbSn、及び AuZn から成るグループから選択される少なくとも 1 つの材料を有するところの半導体発光デバイス。

40

## 【請求項 8】

請求項 1 に記載の半導体発光デバイスであって、前記半導体発光積層体の前記第 2 表面領域が高濃度にドーピングされた p 型半導体コンタクト領域、リバーストンネル領域、又は表面が粗くされた領域であるところの半導体発光デバイス。

## 【請求項 9】

請求項 1 に記載の半導体発光デバイスであって、前記第 1 半導体層が AlN、GaN、AlGaIn、InGaIn、AlInGaIn、GaP、GaAsP、GaInP、AlGaInP、及び AlGaAs から成るグループから選択される少なくとも 1 つの材料を有するところの半導体発光デバイス。

## 【請求項 10】

請求項 1 に記載の半導体発光デバイスであって、前記第 2 半導体層が AlN、GaN、AlGaIn

50

、InGaN、AlInGaN、GaP、GaAsP、GaInP、AlGaInP、及びAlGaAsから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有するところの半導体発光デバイス。

【請求項11】

請求項1に記載の半導体発光デバイスであって、前記第1電極の形状が螺旋形状、平面形状、又は分岐形状を有するところの半導体発光デバイス。

【請求項12】

請求項1に記載の半導体発光デバイスであって、前記第2電極の形状が螺旋形状、平面形状、又は分岐形状を有するところの半導体発光デバイス。

【請求項13】

請求項1に記載の半導体発光デバイスであって、前記第1透明酸化物導電層がインジウムスズ酸化物、カドミウムスズ酸化物、アンチモンスズ酸化物、アルミニウムスズ酸化物、及び亜鉛スズ酸化物から成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有するところの半導体発光デバイス。 10

【請求項14】

請求項1に記載の半導体発光デバイスであって、前記基板と前記半導体発光積層体との間に配置された第2透明酸化物導電層をさらに有する半導体発光デバイス。

【請求項15】

請求項14に記載の半導体発光デバイスであって、前記第2透明酸化物導電層がインジウムスズ酸化物、カドミウムスズ酸化物、アンチモンスズ酸化物、アルミニウムスズ酸化物、及び亜鉛スズ酸化物から成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有するところの半導体発光デバイス。 20

【請求項16】

請求項15に記載の半導体発光デバイスであって、前記第1表面領域が前記第2透明酸化物導電層まで及んでいるところの半導体発光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光デバイスに関し、特に、半導体発光デバイスの電極配置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

半導体発光デバイスは、光ディスプレイ、信号機、データ記憶装置、通信装置、照明器具及び医療機器を含む多様な用途で使用されるに至っている。発光デバイスの発光効率を如何に向上させるかが技術的に重要な課題である。

【0003】

特許文献1にLED（発光ダイオード）が開示されている。電流を広げ、そしてLEDの発光性能をさらに向上させるため、薄いNi/Auの透明導電層がp型コンタクト層上に形成されている。しかしながら、透明導電層の透過率はおよそ60%から70%であり、LEDの発光効率が影響されてしまう。

【0004】

40

この問題を解決するため、伝統的なNi/Au透明導電層を置き換えるように、インジウムスズ酸化物及びそれに類するものから成る透明な酸化物導電層が用いられている。透明酸化物導電層はより高い透過率を有し、故に、LEDから放出される光の大部分は透明酸化物導電層を透過することができる。そうは言うものの、金属と比較すると透明酸化物導電層の抵抗が大きく、従って大型のLEDに適用されると透明酸化物導電層の電流拡散効果が限られてしまう。

【0005】

特許文献2に、デバイス、電極又は電極位置を変えることによって発光デバイスの電流を均一に広げる発光デバイスの電極構造が開示されている。また、特許文献3に、電流拡散を向上させる導電フィンガーを用いたLEDが開示されている。さらに、特許文献4に 50

、螺旋電極を有する窒化物LEDが開示されている。このLEDはそのエピタキシャル構造の表面に螺旋状のトレンチを形成するためにエッチング又はポリッシング法を用いており、逆の電気的性質を有する2つの金属電極が平行な螺旋状パターン構造を有している。LEDは注入された電流を逆の電気的性質を有する2つの螺旋状電極間で均一に分散させ、電流拡散効率を高めている。

【0006】

伝統的な発光デバイス又はLEDの金属電極は光を吸収し、金属電極がLED表面により高い密度を有する場合、LEDの輝度を低下させることになる。一方、金属電極がLED表面により低い密度を有する場合には、電流拡散効果が低減され、駆動電圧が上昇させられることになる。結局、発光効率が低下してしまう。従って、LEDの最適輝度とより優れた電流拡散とのバランスを如何に取るかが技術的に重要な課題となる。

10

【特許文献1】米国特許第5563422号明細書

【特許文献2】米国特許第6307218号明細書

【特許文献3】米国特許第6614056号明細書

【特許文献4】米国特許第6518598号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、より高い輝度とより優れた電流拡散を有する半導体発光デバイスを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る半導体発光デバイスは、基板、半導体発光積層体、第1電極、第1透明酸化物導電層及び第2電極を有する。前記半導体発光積層体は、前記基板に配置され、第1表面領域及び第2表面領域を有する。前記半導体発光積層体は、第1半導体層、発光層及び第2半導体層を有する。前記第1半導体層は前記基板上に配置される。前記発光層は前記第1半導体層上に配置される。前記第2半導体層は前記発光層上に配置される。前記第1電極は前記第1表面領域に配置される。前記第1透明酸化物導電層は前記第2表面領域に配置される。前記第2電極は前記第1透明酸化物導電層上に配置される。前記発光デバイスの面積は $2.5 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ より大きく、前記第1電極と前記第2電極との間隔は原則的に150 $\mu\text{m}$ と250 $\mu\text{m}$ との間であり、且つ前記第1電極及び前記第2電極の面積は前記発光層の面積の15%から25%である。

30

【0009】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスは、前記基板と前記半導体発光積層体との間に配置された接着層をさらに有する。

【0010】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、接着層がポリイミド、ベンゾシクロブテン(BCB)、プレフルオロシクロブタン(PFCB)、インジウムスズ酸化物、In、Sn、Al、Au、Pt、Zn、Ag、Ti、Pb、Ni、Au-Be、Au-Sn、Au-Si、Pb-Sn、Au-Ge、PdIn、及びAuZnから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

40

【0011】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスは、前記基板と前記接着層との間に配置された第1反応層をさらに有する。

【0012】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記第1反応層がSiNx、チタン、及びクロムから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0013】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスは、前記基板と前記第1反応層との間に配置された反射層をさらに有する。

【0014】

50

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記反射層がIn、Sn、Al、Pt、Zn、Ag、Ti、Pb、Pd、Ge、Cu、AuBe、AuGe、Ni、PbSn、及びAuZnから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0015】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスは、前記発光積層体と前記接着層との間に配置された第2反応層をさらに有する。

【0016】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記第2反応層がSiNx、チタン、及びクロムから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0017】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスは、前記発光積層体と前記第2反応層との間に配置された反射層をさらに有する。

【0018】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記反射層がIn、Sn、Al、Pt、Zn、Ag、Ti、Pb、Pd、Ge、Cu、AuBe、AuGe、Ni、PbSn、及びAuZnから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0019】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記基板がGaP、SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、GaAs、AlGaAs、GaAsP、及びガラスから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0020】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記半導体発光積層体の前記第2表面領域が高濃度にドーピングされたp型半導体コンタクト領域、リバーストンネル領域、又は表面が粗くされた領域である。

【0021】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記第1半導体層がAlN、GaN、AlGa<sub>0.5</sub>N、InGa<sub>0.5</sub>N、AlInGa<sub>0.5</sub>N、GaP、GaAsP、GaInP、AlGaInP、及びAlGaAsから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0022】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記発光層がGaN、AlGa<sub>0.5</sub>N、InGa<sub>0.5</sub>N、AlInGa<sub>0.5</sub>N、及びAlGaInPから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0023】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記第2半導体層がAlN、GaN、AlGa<sub>0.5</sub>N、InGa<sub>0.5</sub>N、AlInGa<sub>0.5</sub>N、GaP、GaAsP、GaInP、AlGaInP、及びAlGaAsから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0024】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記第1電極の形状が螺旋形状、平面形状、及び分岐形状を有する。

【0025】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記第2電極の形状が螺旋形状、平面形状、及び分岐形状を有する。

【0026】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記第1透明酸化物導電層がインジウムスズ酸化物、カドミウムスズ酸化物、アンチモンスズ酸化物、アルミニウムスズ酸化物、及び亜鉛スズ酸化物から成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0027】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記半導体発光積層体が前記第2半導体層上に配置された第2透明酸化物導電層をさらに有する。

10

20

30

40

50

## 【0028】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記第2透明酸化物導電層がインジウムスズ酸化物、カドミウムスズ酸化物、アンチモンスズ酸化物、アルミニウムスズ酸化物、及び亜鉛スズ酸化物から成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

## 【0029】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記第2透明酸化物導電層が前記第1表面領域を有する。

## 【0030】

本発明の一実施形態に従った半導体発光デバイスでは、前記第1半導体層が前記第1表面領域を有する。 10

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0031】

本発明の好適な実施形態、添付の図面に例示された実施例について詳細に述べる。可能な場合には、同一の又は同様の部分を示す図面及び記載において同一の参照符号を用いることとする。

## 【0032】

図1及び図2は、それぞれ、本発明の第1実施形態に従った半導体発光デバイスを例示する概略断面図及び上面図である。図1及び図2を参照するに、半導体発光デバイス1は主として、基板10、半導体発光積層体、透明酸化物導電層15、第1電極16及び第2電極17を有する。半導体発光積層体は、第1半導体層12、発光層13及び第2半導体層14を有する。基板は、GaP、SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、GaAs、AlGaAs、GaAsP及びガラスから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。緩衝層11が選択的に基板10上に配置される。第1半導体層12は、緩衝層11上に配置され、第1表面領域12a及び第2表面領域12bを有する窒化物の積層体である。第1半導体層12の材料は、AlN、GaN、AlGaN、InGaN、AlInGaN、GaP、GaAsP、GaInP、AlGaInP、又はAlGaAsとすることができる。 20

## 【0033】

発光層13は第1半導体層12の第2表面領域12b上に配置されている。発光層13の材料はGaN、AlGaN、InGaN、AlInGaN、又はAlGaInPとすることができる。第2半導体層14は発光層13上に配置されており、窒化物の積層体とすることができる。窒化物積層体の材料は、AlN、GaN、AlGaN、InGaN、AlInGaN、GaP、GaAsP、GaInP、AlGaInP、又はAlGaAsとすることができる。半導体発光積層体の第2半導体層14は高濃度にドーピングされたp型半導体コンタクト領域、リバーストンネル領域又は表面が粗くされた領域である。透明酸化物導電層15は第2半導体層14上に配置されており、透明酸化物導電層15の材料はインジウムスズ酸化物、カドミウムスズ酸化物、アンチモンスズ酸化物、アルミニウムスズ酸化物、又は亜鉛スズ酸化物とすることができる。第1電極16は第1半導体層12の第1表面領域12a上に配置されている。第2電極17は透明酸化物導電層15上に配置されている。図2に示されるように、第1電極16は第2電極17に平行にされており、第1電極16と第2電極17との間隔はdである。第1電極16と第2電極17との間隔dによる発光デバイス1の輝度及び電流拡散への影響について以下で説明する。 30 40

## 【0034】

【表 1】

表 1

| 第 1 電極と第 2 電極との間隔<br>( $\mu\text{m}$ ) | 輝度 $I_v$<br>(mcd) | 順方向バイアス<br>$V_f$ (V) | 発光効率<br>( $I_v/V_f$ ) |
|--|-------------------|----------------------|-----------------------|
| 350                                    | 699.7             | 3.85                 | 181.74                |
| 300                                    | 709.5             | 3.79                 | 187.2                 |
| 250                                    | 713.4             | 3.72                 | 191.77                |
| 200                                    | 712               | 3.65                 | 195.07                |
| 150                                    | 676.2             | 3.59                 | 188.36                |
| 130                                    | 639.5             | 3.58                 | 178.63                |

10

発光デバイスが一定面積  $3 \times 10^5 \mu\text{m}^2$  ( $480 \mu\text{m} \times 640 \mu\text{m}$ ) を有し、定電流  $0.07\text{A}$  が発光デバイスに送られ、そして第 1 電極 16 及び第 2 電極 17 の面積が共に  $1.53 \times 10^4 \mu\text{m}^2$  である条件下で、第 1 電極 16 と第 2 電極 17 との間隔を変化させた。発光デバイスの輝度、順方向バイアス及び発光効率の変化を表 1 に示す。図 3 は輝度と第 1 及び第 2 電極の間隔との関係を例示している。図 3 に示されるように、第 1 電極と第 2 電極との間隔が  $130 \mu\text{m}$  から  $200 \mu\text{m}$  の範囲で、輝度はその間隔と共に上昇した。発光デバイスの輝度は、2 つの電極間の間隔が  $200 \mu\text{m}$  から  $250 \mu\text{m}$  の間にあるときに最適となり、2 つの電極間の間隔が  $250 \mu\text{m}$  より大きくなると低下した。図 4 は発光効率（すなわち、輝度を順方向バイアスで割ったもの）と第 1 及び第 2 電極の間隔との関係を例示している。図 4 に示されるように、発光デバイス 1 の輝度及び発光効率は、第 1 電極と第 2 電極との間隔が  $150 \mu\text{m}$  から  $280 \mu\text{m}$  の間にあるときに最適となった。

20

30

## 【0035】

図 5 及び図 6 は、それぞれ、本発明の第 2 実施形態に従った半導体発光デバイスを例示する概略断面図及び上面図である。図 5 及び図 6 を参照するに、半導体発光デバイス 2 は主として、基板 20、第 1 半導体層 22、発光層 23、第 2 半導体層 24、透明酸化物導電層 25、第 1 電極 27 及び第 2 電極 28 を有する。緩衝層 21 が選択的に基板 20 上に配置される。第 1 半導体層 22 は、緩衝層 21 上に配置され、窒化物の積層体とすることができる。窒化物積層体の材料は、 $\text{AlN}$ 、 $\text{GaN}$ 、 $\text{AlGaIn}$ 、 $\text{InGaIn}$ 、 $\text{AlInGaIn}$ 、 $\text{GaP}$ 、 $\text{GaAsP}$ 、 $\text{GaInP}$ 、 $\text{AlGaInP}$ 、又は  $\text{AlGaAs}$  とすることができる。発光層 23 は第 1 半導体層 22 上に配置されている。発光層 23 の材料は  $\text{GaN}$ 、 $\text{AlGaIn}$ 、 $\text{InGaIn}$ 、 $\text{AlInGaIn}$ 、又は  $\text{AlGaInP}$  とすることができる。第 2 半導体層 24 は発光層 23 上に配置されており、窒化物の積層体とすることができる。窒化物積層体の材料は、 $\text{AlN}$ 、 $\text{GaN}$ 、 $\text{AlGaIn}$ 、 $\text{InGaIn}$ 、 $\text{AlInGaIn}$ 、 $\text{GaP}$ 、 $\text{GaAsP}$ 、 $\text{GaInP}$ 、 $\text{AlGaInP}$ 、又は  $\text{AlGaAs}$  とすることができる。透明酸化物導電層 25 は第 2 半導体層 24 上に配置されており、透明酸化物導電層 25 の材料はインジウムスズ酸化物、カドミウムスズ酸化物、アンチモンズズ酸化物、アルミニウムスズ酸化物、又は亜鉛スズ酸化物とすることができる。螺旋溝 26 が透明酸化物導電層 25、第 2 半導体層 24 及び発光層 23 に形成されており、第 1 半導体層 22 の一部を露出させ、第 1 電極領域 22a を形成している。第 1 電極 27 は第 1 電極領域 22a に配置されている。第 2 電極 28 は透明酸化物導電層 25 上に配置されている。図 6 に示されるように、第 1 電極 27 及び第 2 電極 28 は螺旋形状であり、第 1 電極 27 の第 1 エッジ E1 と、第 1 エッジ E1 に隣接する第 2 電極 28 の第 2 エッジ E2 との間隔は  $d$  である。第 1 及び第 2 電極の面積の発光層の面積に対する比による発光デバイス 2 の輝度及び電流拡散への影響について以下で説

40

50

明する。

【0036】

図7は、半導体発光デバイスの順方向電流と発光効率との関係を例示している。図7に示されるように、発光デバイスの面積 $1 \times 10^6 \mu\text{m}^2$  ( $1000 \mu\text{m} \times 1000 \mu\text{m}$ )、入力電流350mA、そして第1電極及び第2電極の面積が発光層の面積の24.4%の条件下では、第1電極27と第2電極28との間隔が $130 \mu\text{m}$ 、 $166 \mu\text{m}$ 及び $210 \mu\text{m}$ のそれぞれである場合、電極間隔が $166 \mu\text{m}$ 及び $210 \mu\text{m}$ である発光デバイスの発光効率は、電極間隔が $130 \mu\text{m}$ である発光デバイスのそれより高い。しかしながら、電極間隔の増加に伴って順方向バイアスが増大している。さらに、第1実施形態の実験結果から、順方向バイアスは第1及び第2電極の面積を変えることにより、順方向バイアス増大の問題を解決するように調整可能である。

10

【0037】

発光デバイスの面積 $1 \times 10^6 \mu\text{m}^2$ 、第1電極と第2電極との間隔 $166 \mu\text{m}$ 、そして第1電極及び第2電極の面積が発光層の面積の14.3%、15.6%、17.8%、18.4%、23%、24.4%又は30%の条件下での、半導体発光デバイスの第1及び第2電極の面積の発光層の面積に対する比と発光効率との関係を図8に示す。半導体発光デバイスの発光効率は、第1及び第2電極の面積の発光層面積に対する比がおよそ15%から25%である場合に比較的優れる。さらに、半導体発光デバイスの発光効率は、電極面積の発光層面積に対する比がおよそ17%から24.4%である場合に最適である。

【0038】

図9は本発明の第3実施形態に従った半導体発光デバイスを例示する概略断面図である。半導体発光デバイス3は、基板30、接着層31、発光積層体、螺旋溝37、第1電極38及び第2電極39を有する。接着層31は、第1透明酸化物導電層32、AlInGaPを基礎とする第1半導体積層体33、発光層34、AlInGaPを基礎とする第2半導体積層体35及び第2透明酸化物導電層36を有する発光積層体を接着するために基板30上に配置されている。本発明の一実施形態では、接着層31は、ポリイミド、ベンゾシクロブテン(BCB)、プレフルオロシクロブタン(PFCB)、インジウムスズ酸化物、In、Sn、Al、Au、Pt、Zn、Ag、Ti、Pb、Ni、Au-Be、Au-Sn、Au-Si、Pb-Sn、Au-Ge、PdIn及びAuZnから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

20

【0039】

第1透明酸化物導電層32は接着層31上に配置され、インジウムスズ酸化物、カドミウムスズ酸化物、アンチモンズズ酸化物、アルミニウムスズ酸化物、及び亜鉛スズ酸化物から成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。AlInGaPを基礎とする第1半導体積層体33は第1透明酸化物導電層32上に配置されている。発光層34はAlInGaPを基礎とする第1半導体積層体33上に配置されている。AlInGaPを基礎とする第2半導体積層体35は発光層34上に配置されている。第1透明酸化物導電層36はAlInGaPを基礎とする第2半導体積層体35上に配置され、インジウムスズ酸化物、カドミウムスズ酸化物、アンチモンズズ酸化物、アルミニウムスズ酸化物、及び亜鉛スズ酸化物から成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。螺旋溝37が第2透明酸化物導電層36、AlInGaPを基礎とする第2半導体積層体35、発光層34、及びAlInGaPを基礎とする第1半導体積層体33に形成されており、第1透明酸化物導電層32の一部を露出させ、第1電極領域32aを形成している。第1電極38は第1電極領域32aに配置されている。第2電極39は第2透明酸化物導電層36上に配置されている。半導体発光デバイス3の上面図は半導体発光デバイス2のそれと同様である。

30

40

【0040】

発光デバイスの面積 $5.6 \times 10^5 \mu\text{m}^2$  ( $750 \mu\text{m} \times 750 \mu\text{m}$ )、入力電流350mA、そして第1電極38及び第2電極39の面積が発光層34の面積の24.4%の条件下では、第1電極38の第1エッジE1と第2電極39の第2エッジE2との間隔が $130 \mu\text{m}$ 又は $166 \mu\text{m}$ である場合、発光デバイスの発光パワーはそれに応じて58.35mW又は67.47mWとなる。入力電流400mAの条件下では、第1電極38と第2電極39との間隔が $130 \mu\text{m}$ 又は $166 \mu\text{m}$ である場合、発光パワーはそれに応じて66.03mW又は76.33mWとなる。入力電流600mAの条件下では、第1電極38と第2電極3

50



9との間隔が $130\mu\text{m}$ 又は $166\mu\text{m}$ である場合、発光パワーはそれに応じて $93.18\text{mW}$ 又は $100.87\text{mW}$ となる。上記データに従って、電極間隔が $166\mu\text{m}$ である発光デバイスの発光パワーは電極間隔が $130\mu\text{m}$ である発光デバイスのそれより大きい。

【0041】

図10は、半導体発光デバイスの第1及び第2電極の面積の発光層の面積に対する比と発光効率との関係を例示している。発光デバイスの面積 $5.6 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ 、第1電極と第2電極との間隔 $166\mu\text{m}$ 、そして第1電極及び第2電極の面積が発光層の面積の14.3%、15.6%、17.8%、18.4%、23%、24.4%又は30%の条件下では、発光デバイスの発光効率は、第1及び第2電極の面積が発光層面積の15%から25%である場合に比較的優れる。さらに、発光デバイスの発光効率は、第1及び第2電極の面積が発光層面積の17%から18.4%である場合に最適である。

10

【0042】

本発明は、中程度の入力パワー（約 $0.3\text{W}$ ）で発光層の面積が $2.56 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ の発光デバイス、及び大きな入力パワー（ $1\text{W}$ 超）で発光層の面積が $1 \times 10^6 \mu\text{m}^2$ より大きい発光デバイスに適用されるのに適している。

【0043】

図11A及び図11Bは、第1電極及び第2電極の異なる配置を例示する概略上面図である。図11A及び図11Bを参照するに、第1電極16及び第2電極17の形状は平面形状、又は樹枝のような分岐形状とし得る。

【0044】

また、本発明の一実施形態では、半導体発光デバイスは基板と接着層との間に配置された第1反応層をさらに有する。第1反応層は、 $\text{SiNx}$ 、チタン、及びクロムから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

20

【0045】

本発明の一実施形態では、半導体発光デバイスは基板と第1反応層との間に配置された反射層をさらに有する。反射層は、 $\text{In}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Pt}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{Pd}$ 、 $\text{Ge}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{AuBe}$ 、 $\text{AuGe}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{PbSn}$ 、及び $\text{AuZn}$ から成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0046】

本発明の一実施形態では、半導体発光デバイスは発光積層体と接着層との間に配置された第2反応層をさらに有する。第2反応層は、 $\text{SiNx}$ 、チタン、及びクロムから成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

30

【0047】

本発明の一実施形態では、半導体発光デバイスは発光積層体と第2反応層との間に配置された反射層をさらに有する。反射層は、 $\text{In}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Pt}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{Pd}$ 、 $\text{Ge}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{AuBe}$ 、 $\text{AuGe}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{PbSn}$ 、及び $\text{AuZn}$ から成るグループから選択される少なくとも1つの材料を有する。

【0048】

本発明の範囲又は意図を逸脱することなく様々な変更及び変形が本発明の構造に為され得ることは当業者に明らかになるところである。

40

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の第1実施形態に従った半導体発光デバイスを例示する概略断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態に従った半導体発光デバイスを例示する概略上面図である。

【図3】輝度と第1及び第2電極間隔との関係を例示する図である。

【図4】発光効率と第1及び第2電極間隔との関係を例示する図である。

【図5】本発明の第2実施形態に従った半導体発光デバイスを例示する概略断面図である。

50

【図 6】本発明の第 2 実施形態に従った半導体発光デバイスを例示する概略上面図である。

【図 7】半導体発光デバイスの順方向電流と発光効率との関係を例示する図である。

【図 8】半導体発光デバイスの、第 1 及び第 2 電極の面積と発光層の面積との比と、発光効率との関係を例示する図である。

【図 9】本発明の第 3 実施形態に従った半導体発光デバイスを例示する概略断面図である。

【図 10】半導体発光デバイスの、第 1 及び第 2 電極の面積と発光層の面積との比と、発光効率との関係を例示する図である。

【図 11A】第 1 電極及び第 2 電極の異なる配置を例示する概略上面図である。

10

【図 11B】第 1 電極及び第 2 電極の異なる配置を例示する概略上面図である。

【符号の説明】

【0050】

1、2、3... 半導体発光デバイス

10、20、30... 基板

11、21、31... 接着層（又は緩衝層）

12、22、33... 第 1 半導体層

13、23、34... 発光層

14、24、35... 第 2 半導体層

15、25、32、36... 透明酸化物導電層

20

16、27、38... 第 1 電極

17、28、39... 第 2 電極

12a、22a、32a... 第 1 表面（電極）領域

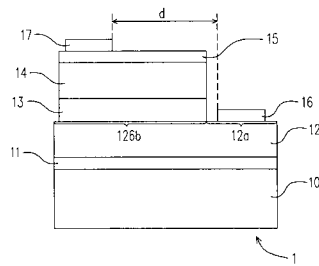
12b... 第 2 表面（電極）領域

26、37... 溝

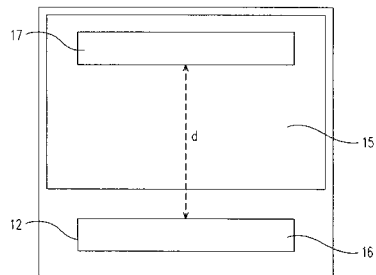
E1... 第 1 電極のエッジ

E2... 第 2 電極のエッジ

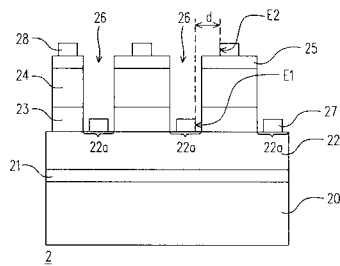
【図 1】



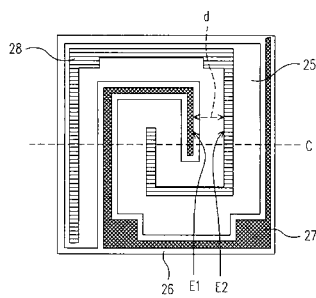
【図 2】



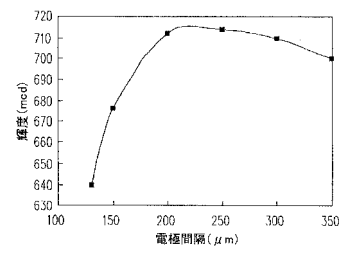
【図 5】



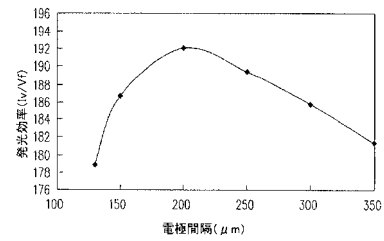
【図 6】



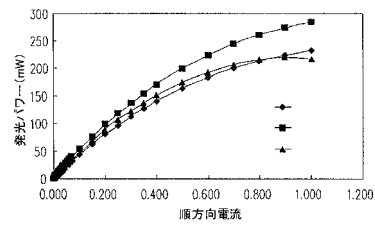
【図 3】



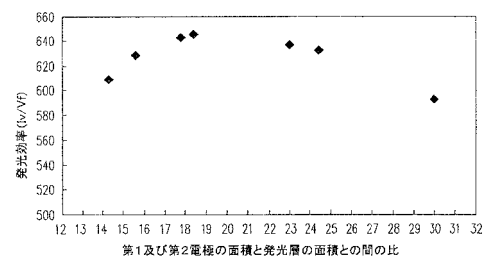
【図 4】



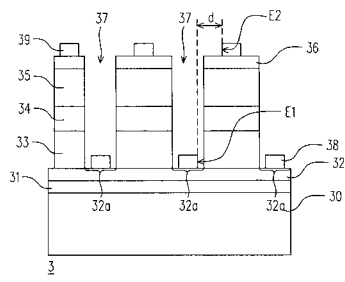
【図 7】



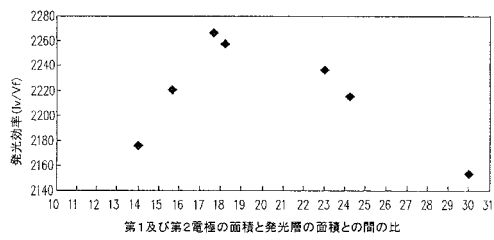
【図 8】



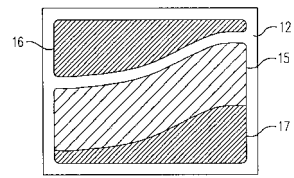
【図 9】



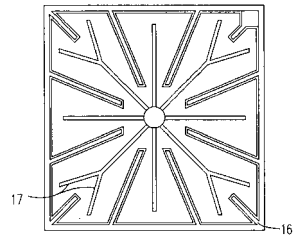
【図 10】



【図 11 A】



【図 11 B】



---

フロントページの続き

(72)発明者 劉 文煌

台灣新竹市科學工業園區新竹市力行五路5號

(72)発明者 彭 韋智

台灣新竹市科學工業園區新竹市力行五路5號

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA04 CA36 CA37 CA38 CA40 CA84 CA88 CA92 CA93  
CB15