

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6326852号
(P6326852)

(45) 発行日 平成30年5月23日(2018.5.23)

(24) 登録日 平成30年4月27日(2018.4.27)

(51) Int.Cl.

H01L 33/38 (2010.01)

F I

H01L 33/38

請求項の数 12 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-27331 (P2014-27331)	(73) 特許権者	000226057
(22) 出願日	平成26年2月17日(2014.2.17)		日亜化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2015-153928 (P2015-153928A)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
(43) 公開日	平成27年8月24日(2015.8.24)	(74) 代理人	110000202
審査請求日	平成28年8月25日(2016.8.25)		新樹グローバル・アイビー特許業務法人
		(72) 発明者	榎村 恵滋
			徳島県阿南市上中町岡491番地100
			日亜化学工業株式会社内
		審査官	高 棕 健司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1導電型層と、発光層と、第2導電型層とが積層され、

前記第1導電型層上に配置されて接続された第1パッド電極及び前記第2導電型層上に配置されて接続された第2パッド電極を有する半導体発光素子であって、

前記半導体発光素子の平面形状が長方形であり、

前記半導体発光素子の同一面側であり、かつ、該長方形の長手方向に3等分割された前記半導体発光素子の領域のうち、中央の領域に前記第1パッド電極が配置され、両側の領域にそれぞれ前記第2パッド電極が配置され、

前記第1パッド電極は、前記第2導電型層及び発光層に取り囲まれており、かつ前記長手方向に3等分割された両側の領域にまで延伸する第1延伸電極を有し、

前記第2パッド電極は、互いに分離して2つ配置されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】

第1導電型層と、発光層と、第2導電型層とが積層され、

前記第1導電型層上に配置されて接続された第1パッド電極及び前記第2導電型層上に配置されて接続された第2パッド電極を有する半導体発光素子であって、

前記半導体発光素子の平面形状が長方形であり、

前記半導体発光素子の同一面側であり、かつ、該長方形の長手方向に3等分割された前記半導体発光素子の領域のうち、中央の領域に前記第1パッド電極が配置され、両側の領

10

20

域にそれぞれ前記第2パッド電極が配置され、

前記第1パッド電極及び前記第2パッド電極は、それらの最長の長さが、それぞれ前記半導体発光素子の短辺の長さの5～30%の長さであり、かつ前記第1パッド電極及び前記第2パッド電極の少なくとも一方には、延伸電極が接続され、

前記第1パッド電極は、前記第2導電型層及び発光層に取り囲まれており、

前記第2パッド電極は、互いに分離して2つ配置されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項3】

前記第2パッド電極は、前記半導体発光素子の短手方向に延長する中線に対して対称に配置されている請求項1又は2に記載の半導体発光素子。

10

【請求項4】

前記第1パッド電極は、前記半導体発光素子の短手方向に延長する中線上に配置されている請求項1～3のいずれか1つに記載の半導体発光素子。

【請求項5】

前記第1パッド電極は、前記長手方向に3等分割された両側の領域にまで延伸する第1延伸電極を有する請求項2、請求項2を引用する3及び4のいずれか1つに記載の半導体発光素子。

【請求項6】

前記第2パッド電極は、前記第1延伸電極の先端部を挟むように延長する第2延伸電極を有する請求項1、請求項1を引用する3及び4、請求項5のいずれか1つに記載の半導体発光素子。

20

【請求項7】

前記第2パッド電極は、第2延伸電極を有し、

前記第1延伸電極は、前記長手方向に3等分割された両側の領域において、前記第2延伸電極と対向する先端部を有する請求項1、請求項1を引用する3及び4、請求項5のいずれか1つに記載の半導体発光素子。

【請求項8】

前記第2延伸電極は、前記第1延伸電極よりも、前記長手方向における外側に配置されている請求項6又は7に記載の半導体発光素子。

【請求項9】

30

前記第2パッド電極は、前記第1延伸電極よりも、前記長手方向における外側に配置されている請求項1、請求項1を引用する3及び4、請求項5～8のいずれか1つに記載の半導体発光素子。

【請求項10】

前記第1パッド電極は、前記半導体発光素子の長手方向に延長する中線に対して前記第2パッド電極と異なる側に配置されている請求項1～9のいずれか1つに記載の半導体発光素子。

【請求項11】

前記第2パッド電極は、両側の領域において、互いに分離して配置されている請求項1～10のいずれか1つに記載の半導体発光素子。

40

【請求項12】

前記第1延伸電極は、先端を4つ有しており、前記第2延伸電極が、該先端のそれぞれを囲んでいる請求項6に記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、半導体発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、窒化物半導体発光素子が幅広く使用されている。この種の半導体発光素子は、絶

50

縁基板であるサファイア基板の上に n 型及び p 型の窒化物半導体層が積層され、p 型の窒化物半導体層の一部を除去して n 型窒化物半導体層を露出させた上に n 電極を形成し、残りの p 型の窒化物半導体層の略全面に p 電極が形成されることにより構成されている。

このように、光取り出し面側であって基板の同一面側に、n 及び p 電極が形成された窒化物半導体発光素子では、半導体層側から光を均一に出射させるために、p 型窒化物半導体層の略全面に透明な p オーミック電極を形成し、その上にパッド電極とそのパッド電極から延伸される種々の形状を有する延伸電極を形成して、その延伸電極により比較的抵抗が大きい p 型窒化物半導体層に均一に電流を拡散させる工夫がなされている（特許文献 1 及び 2 等）。

【0003】

10

【特許文献 1】特開 2008-226866 号公報

【特許文献 2】特開 2008-244425 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、近年の窒化物半導体発光素子の大型化、高光出力化などが要求されている状況下、発光面（つまり、平面視における p 型半導体層）全体にわたって、大きな電流を均一に印加し、均一な発光を確保することが困難であった。

【0005】

本発明の実施形態は、上記課題に鑑みされたものであり、大型化及び／又は高光出力化が実現された半導体発光素子においても、発光面全体に亘って均一な発光を確保することができる半導体発光素子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】

【0006】

本発明は、以下の実施形態を含む。

第 1 導電型層と、発光層と、第 2 導電型層とが積層され、

前記第 1 導電型層及び前記第 2 導電型層に、それぞれ第 1 パッド電極及び第 2 パッド電極が設けられた半導体発光素子であって、

前記半導体発光素子の平面形状が長方形であり、

前記半導体発光素子の同一面側であり、かつ、該長方形の長手方向に 3 等分割された前記半導体発光素子の領域のうち、中央の領域に前記第 1 パッド電極が配置され、両側の領域にそれぞれ前記第 2 パッド電極が配置されている半導体発光素子。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明の実施形態によれば、大型化及び／又は高光出力化が実現された半導体発光素子においても、発光面全体に亘って均一な発光を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1 A】本発明の実施形態 1 に係る半導体発光素子の電極の配置を示す概略平面図である。

40

【図 1 B】図 1 A の I - I ' 線における断面図である。

【図 2 A】本発明の実施形態 2 に係る半導体発光素子の電極の配置を示す概略平面図である。

【図 2 B】本発明の実施形態 2 の変形例を示す概略平面図である。

【図 3 A】本発明の実施形態 3 に係る半導体発光素子の電極の配置を示す概略平面図である。

【図 3 B】本発明の実施形態 3 の変形例を示す概略平面図である。

【図 4】本発明の実施形態 4 に係る半導体発光素子の電極の配置を示す概略平面図である。

【図 5】本発明の実施形態 5 及び実施形態 5 の変形例に係る半導体発光素子の電極の配置

50

を示す概略平面図である。

【図 6】本発明の実施形態 6 及び実施形態 6 の変形例に係る半導体発光素子の電極の配置を示す概略平面図である。

【図 7】本発明の実施形態 7 に係る半導体発光素子の電極の配置を示す概略平面図である。

【図 8】本発明の実施形態 8 に係る半導体発光素子の電極の配置を示す概略平面図である。

【図 9 A】比較のための発光素子の電極の配置を示す概略平面図である。

【図 9 B】比較のための発光素子の変形例を示す概略平面図である。

【図 10 A】本発明の実施形態に係る半導体発光素子の光出力 (P_o) を評価したグラフである。 10

【図 10 B】本発明の実施形態に係る半導体発光素子の駆動 (順方向) 電圧 (V_f) を評価したグラフである。

【図 10 C】本発明の実施形態に係る半導体発光素子の電力効率を評価したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の実施形態においては、各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため誇張していることがある。以下の説明において、同一の名称、符号については同一又は同質の部材を示しており、詳細説明を適宜省略する。 20

【0010】

本発明の実施形態に係る半導体発光素子 (以下、単に発光素子という) は、主として、第 1 導電型層と、発光層と、第 2 導電型層とが積層され、第 1 導電型層に設けられた第 1 パッド電極と、第 2 導電型層に設けられた第 2 パッド電極とを備える。この発光素子は、平面形状が長方形である。ただし加工精度の観点から、その 4 つの角は $90^\circ \pm 5^\circ$ 程度の角度まで許容され、その角は丸みをおびていてもよい。

【0011】

本発明の実施形態に係る発光素子は、特に、発光面が大面積化した場合にも、高光出力を実現し得るものである。例えば、その発光面の大きさが 0.4 mm^2 以上のものに有効であり、さらには 0.45 mm^2 以上のものにより有効である。 30

【0012】

(第 1 導電型層、発光層及び第 2 導電型層)

第 1 導電型層、発光層及び第 2 導電型層は半導体層から構成され、半導体発光素子における発光部となる部材である。MIS 接合、PIN 接合、PN 接合などのホモ構造、ヘテロ結合あるいはダブルヘテロ結合のいずれであってもよい。発光層は、量子効果が生ずる薄膜に形成された単一量子井戸構造、多重量子井戸構造のいずれでもよい。第 1 導電型層、発光層及び第 2 導電型層はこの順に積層されたものが好ましい。第 1 導電型層を n 型とすると、第 2 導電型層は p 型となるが、これらは逆であってもよい。半導体層の種類、材料は特に限定されるものではなく、例えば $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) 等の窒化物半導体材料が好適に用いられる。 40

【0013】

第 1 導電型層、発光層及び第 2 導電型層は、通常、基板上に積層されている。基板の材料としては、サファイア (Al_2O_3)、スピネル (MgAl_2O_4) のような絶縁性基板、炭化ケイ素 (SiC)、 ZnS 、 ZnO 、 Si 、 GaAs 、ダイヤモンド及び窒化物半導体と格子接合するニオブ酸リチウム、ガリウム酸ネオジム等の酸化物基板等が挙げられる。基板は、最終的に半導体発光素子から除去されていてもよい。基板を除去する方法は、公知のレーザーリフトオフ法を利用することができる。

【0014】

発光素子は、第 1 導電型層、発光層及び第 2 導電型層が積層された一部の領域において、少なくとも発光層と第 2 導電型層とが除去されて、第 1 導電型層が露出する領域 (以下 50

、露出領域という)を備える。第1導電型層の露出領域は、その上に後述する第1パッド電極が設けられる。露出領域は、平面視において、発光素子の外周領域であってもよいし、内側の領域であってもよいし、内側から外周領域にわたっていてもよい。

【0015】

(第1パッド電極及び第2パッド電極)

第1パッド電極及び第2パッド電極は、発光素子に電流を供給するために、例えば、導電性ワイヤなどの外部接続部材と接続するための電極である。

第1パッド電極及び第2パッド電極は、発光素子の光取り出し面側であって同一面側に設けられている。1つの発光素子において、第1パッド電極は1つ、第2パッド電極は2つ配置されていることが好ましく、このようにパッド電極を複数設けることで、パッド電極よりも電気抵抗の低い外部接続部材の段階であらかじめ電流を分けておくことができるため、発光素子の電力効率を向上させることができる。

10

【0016】

例えば、第1パッド電極及び第2パッド電極は、平面形状が長方形の発光素子において、長手方向に3等分割された領域にそれぞれ設けられていることが好ましい。これら3つの領域のうち、中央の領域に第1パッド電極が配置され、両側の領域にそれぞれ第2パッド電極が配置されていることが好ましい。これにより、発光素子の長手方向において、第1パッド電極と第2パッド電極との距離を小さく設定することができるため、発光素子の駆動電圧を低減でき、さらには発光面全体に亘って均一な発光を確保することが容易となる。ここで、第2パッド電極は、後述する第2延伸電極によって互いに連結されていてもよいが、分離して配置されていることが好ましい。分離して配置されている場合、中央の領域において第2延伸電極が離間していることが好ましい。これにより、第1パッド電極近傍での電流集中を緩和することができる。分離して配置とは、後述する第2延伸電極が第2パッド電極から延伸している場合においても、両側の領域からそれぞれ延伸した第2延伸電極同士が連結されずに、離間して配置されていることを意味する。

20

【0017】

第1パッド電極は、発光素子の短手方向に延長する中線(図1A中、X参照)上に配置されていることが好ましい。第2パッド電極は、発光素子の短手方向に延長する中線Xに対して対称に配置されていることが好ましい。また、第1パッド電極は、発光素子の長手方向に延長する中線(図1A中、Y参照)に対して第2パッド電極と異なる側に配置されていることがより好ましい。これにより、発光素子の短手方向にも電流を広げることができる。また、第1パッド電極及び第2パッド電極が、それぞれ発光素子のいずれかの長手辺側に偏在することで、第1パッド電極および第2パッド電極に導電性ワイヤが接続された場合に、発光素子上が導電性ワイヤに覆われて遮光する領域を少なくすることができる。

30

【0018】

第1パッド電極は、第1導電型層に電流を供給するために、第1導電型層に直接又は間接的に電氣的に接続されている。

第2パッド電極は、第2導電型層に電流を供給するために、第2導電型層に直接又は間接的に電氣的に接続されている。

40

【0019】

第1パッド電極及び第2パッド電極の形状は、発光素子の大きさ、電極の配置等によって適宜調整することができ、例えば、円形、正多角形などの形状とすることができる。なかでも、ワイヤボンディングのしやすさ等を考慮すると、円形状又はこれに近似する形状が好ましい。また、第1パッド電極及び第2パッド電極の大きさは、発光素子の大きさ、電極の配置等によって適宜調整することができ、その最長の長さを、発光素子の短辺の長さの5~30%程度の長さ、5~20%程度の長さ、10~20%程度の長さとするのが好ましい。第1パッド電極及び第2パッド電極の形状及び大きさは互いに異なってもよいが、同じであることが好ましい。

【0020】

50

また、近年、窒化物半導体発光素子の大型化及び高光出力化などが要求されているが、発光面（つまり、平面視におけるp型半導体層）全体にわたって、大きな電流を均一に印加し、均一な発光を確保するためには、従来の窒化物半導体発光素子のように、延伸電極で電流を拡散させるのみでは、特に、窒化物半導体発光素子の大型化に伴って発光面が大面積化した場合に、延伸電極の面積を大幅に増大させることとなる。その結果、光出力の低下を招く恐れがある。これに対して、上述したように、3等分割された発光素子の各領域に、第1パッド電極及び第2パッド電極をそれぞれ配置することにより、また、以下に示すように、適所に延伸電極を配置することにより、大面積であっても、発光面の全体にわたって均一な発光を確保することができる。

【0021】

10

第1パッド電極は、第1パッド電極から延伸する第1延伸電極を有していてもよい。第1延伸電極は、例えば、長手方向に3等分割された中央の領域から、両側の領域にまでそれぞれ延伸することが好ましい。第1延伸電極の先端部は、長手方向に3等分割された両側の領域に配置されていることが好ましい。この場合、先端部は、後述する第2延伸電極と対向していることが好ましい。また、第1延伸電極は、例えば、第2延伸電極の先端部を挟むように延長していてもよい。

【0022】

第2パッド電極は、第2パッド電極から延伸する第2延伸電極を有していてもよい。第2延伸電極は、例えば、第1延伸電極の先端部を挟むように延長することが好ましい。また、第2延伸電極は、第1延伸電極よりも、長手方向における外側に配置されていることが好ましい。さらに、第2パッド電極は、第1延伸電極よりも、長手方向における外側に配置されていることが好ましい。ここで、外側に配置されているとは、長手方向において、第2パッド電極又は第2延伸電極の最も外側に配置されている端部が、第1パッド電極及び第1延伸電極の最も外側に配置されている端部よりも、外側に配置されていることを意味する。さらに、第2延伸電極は、長手方向と短手方向との双方に延長することが好ましく、長手方向と短手方向との合成方向（つまり、斜め方向）に延長していてもよい。

20

【0023】

第1延伸電極及び第2延伸電極は、いずれも直線状又は直線が屈曲した形状で配置されていてもよいし、曲線状に延伸していてもよい。特に、発光素子の角に対応する領域に配置される場合には、丸みを帯びて屈曲していてもよい。第1延伸電極及び第2延伸電極は、電流を均一に拡散することができるように、互いに平行に配置した部位を有していることが好ましい。また、第1延伸電極及び第2延伸電極は、いずれも2以上に分岐していてもよい。

30

【0024】

第1延伸電極及び第2延伸電極の太さは特に限定されるものではなく、例えば、第1パッド電極及び第2パッド電極の直径又は最長長さの5～30％程度の太さ、5～20％程度の太さ、5～15％程度の太さとするのが好ましい。第1延伸電極及び第2延伸電極の太さは互いに異なっていてもよく、第1延伸電極及び第2延伸電極内の最大電流密度を想定して設計されることが好ましい。

【0025】

40

第1パッド電極及び／又は第2パッド電極は、第1導電型層及び／又は第2導電型層の全面により効率的に電流を供給するために、これらパッド電極と半導体層との間に、半導体層の略全面を被覆する透光性の導電層がさらに配置されていることが好ましい。特に、p型半導体層とその上に設けられるパッド電極との間に透光性の導電層が配置されていることが好ましい。ここで、略全面とは、各半導体層の全面積の90％程度以上の面積を意味する。

【0026】

第1パッド電極及び第2パッド電極は、例えば、Ni、Rh、Cr、Au、W、Pt、Ti、Al等の金属又は合金による単層膜又は多層膜を用いることができ、なかでも、Ti／Pt／AuやTi／Rh／Au等の順番に積層した多層膜を用いることが好ましい。

50

【0027】

第1パッド電極及び第2パッド電極を上記のように配置することにより、発光面の面積化によっても、また、大きな電流の印加によっても、電極による発光面からの光出力の遮蔽を最小限に止めながら、駆動（順方向）電圧（ V_f ）を小さく維持することができ、両者のバランスを最大限に発揮させることによって、光出力が大きく、駆動（順方向）電圧（ V_f ）が小さく、電力効率が良好な半導体発光素子を実現することができる。

【0028】

（導電層）

導電層は、パッド電極から供給される電流を、半導体層の面内全体に均一に流すための部材である。導電層として金属薄膜を用いることもできるが、発光素子の光取り出し面側に配置されるため、透明性を有する導電層が好ましい。具体的には、導電性酸化物層が好ましい。このような導電性酸化物としては、Zn、In、Sn、Mgから選択される少なくとも1種を含む酸化物、具体的にはZnO、 In_2O_3 、 SnO_2 、ITO（Indium Tin Oxide）、IZO（Indium Zinc Oxide）、GZO（Gallium-doped Zinc Oxide）等が挙げられる。導電性酸化物（特にITO）は可視光（可視領域）において高い光透過性を有し（例えば、60%以上、70%以上、75%以上又は80%以上）、導電率の比較的高い材料であることから好適に用いることができる。

10

【0029】

（発光装置）

本発明の発光素子は、通常、パッケージングされて発光装置を構成する。発光装置では、発光素子は基体に実装され、封止部材で封止されている。

20

【0030】

基体は、通常、配線と、絶縁性材料とによって形成されている。配線は、発光素子の電極に電力を供給するために用いられるものである。そのために、この機能を果たすことができる導電材であれば、限定されることなくいかなる材料でも用いることができる。このような材料としては、上記した第1パッド電極等に使用されるものの中から適宜選択することができる。

絶縁性材料としては、セラミック、樹脂、誘電体、パルプ、ガラス又はこれらの複合材料、あるいはこれら材料と導電材料（例えば、金属、カーボン等）との複合材料等が挙げられる。

30

配線及び絶縁性材料は、一体として、直方体又は立方体等であってもよいし、発光素子を搭載するいずれかの部位に凹部が形成されていてもよい。

【0031】

封止部材は、発光素子及び導電性ワイヤ等の外部接続部材などを外部から保護するために使用され、発光素子から光を効率的に取り出すことができる材料であれば、いかなる材料でも用いることができる。例えば、透光性樹脂を用いることができる。

透光性樹脂は、発光層から出射される光の60%以上を透過するもの、さらに、70%、80%又は90%以上を透過するものが好ましい。このような樹脂は、例えば、シリコーン樹脂組成物、変性シリコーン樹脂組成物、エポキシ樹脂組成物、変性エポキシ樹脂組成物、アクリル樹脂組成物等、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、フッ素樹脂及びこれらの樹脂を少なくとも1種以上含むハイブリッド樹脂等の樹脂等が挙げられる。封止部材には、当該分野で公知の光散乱材、無機フィラー等を含有していてもよい。

40

【0032】

発光装置の光取り出し面側には、蛍光体層が設けられていることが好ましい。蛍光体層は、例えば、封止部材に蛍光体を含有したものとしてもよい。また、封止部材の表面の一部に蛍光体が含有されてもよい。

蛍光体層に含まれる蛍光体は、当該分野で公知のものを使用することができる。例えば、発光素子として青色発光する窒化ガリウム系発光素子を用いる場合、青色光を吸収して黄色～緑色系発光するYAG系、LAG系、緑色発光するSiAlON系（ β サイアロン）、赤色発光するSCASN、CASN系の蛍光体、フッ化物系の蛍光体（例えば、Mn

50

$4+$ で付活された、 K_2SiF_6 や $K_2Si_{0.5}Ge_{0.5}F_6$ 等)の単独又は組み合わせが挙げられる。また、当該分野で公知の光散乱材等を含有していてもよい。

また、上述した透光性樹脂による蛍光体を含有しない封止部材を配置していてもよい。

これら蛍光体層及び／又は封止部材は、それぞれ2種以上を積層させてもよい。

以下に、本発明の発光素子の具体的な形態を、図面を用いて詳細に説明する。

【0033】

<実施形態1>

この実施形態の半導体発光素子10は、図1A及び図1Bに示すように、基板1と、基板1上に設けられた第1導電型層(n型層)2と、発光層3と、第2導電型層(p型層)4とが積層された半導体層を備え、第1導電型層2及び第2導電型層3に、それぞれ第1

10

パッド電極15及び第2パッド電極16が設けられている。

基板1及び半導体層(特に、p型層)は、平面視で略長方形であり、半導体層は、約1000 μm ×約700 μm のサイズである。

【0034】

半導体発光素子10を、長方形の長手方向に3等分割した場合、第1パッド電極15は、その内の中央の領域Bに配置され、両側の領域A、Cにそれぞれ第2パッド電極16が分離して配置されている。

【0035】

第1パッド電極15は、半導体層の内側において、第2導電型層4及び発光層3の一部が除去されて露出した第1導電型層2上に配置されている。従って、第1パッド電極15は、第2導電型層4及び発光層3に取り囲まれている。基板1及び／又は半導体層に対して、第1パッド電極15及び第2パッド電極16が同一面側に設けられている。

20

【0036】

第2パッド電極16は、第2導電型層4の上に形成されている。第2パッド電極16と第2導電型層4との間には、第2導電型層4上の略全面に透光性の導電層7として、ITOが配置されている。

これら半導体層、第1パッド電極15及び第2パッド電極16は、外部との接続部位となる領域以外は、保護膜8によって被覆されている。

【0037】

第1パッド電極15は、半導体発光素子10の短手方向に延長する中線X(図1A中、矢印Xの線)上に配置されている。

30

第1パッド電極15は、半導体発光素子10の長手方向に延長する中線Yに対して第2パッド電極16と異なる側に配置されている。

第2パッド電極16は、中線Xに対して対称に配置されている。

第1パッド電極15及び第2パッド電極16は、例えば、半径が30 μm 程度の大きさの略円形を有する。

【0038】

第1パッド電極15は、第1パッド電極15から延伸する第1延伸電極15aを有し、第2パッド電極16は、第2パッド電極16から延伸する第2延伸電極16aを有する。

第1延伸電極15aは、中央の領域Bから両側の領域A、Cにまでそれぞれ延伸し、両側の領域A、Cにおいて、第2延伸電極16aと対向する先端部を有する。

40

第2延伸電極16aは、両側の領域A、Cに配置された第2パッド電極16からそれぞれ長手方向及び短手方向の双方に延長し、第1延伸電極15aの先端部を短手方向に挟むように配置されている。第2パッド電極16は、第1延伸電極15aの先端部よりも、長手方向における外側に配置され、さらに第2延伸電極16aは、第1延伸電極15aよりも、長手方向における外側に配置されている。

第1延伸電極15a及び第2延伸電極16aの幅は、例えば、6 μm 程度である。

【0039】

第1延伸電極15aは、第1パッド電極15を中心に、半導体発光素子10の長手方向の長さの約50%程度の長さを有する領域に配置されている。また、第1パッド電極15

50

を中心に、半導体発光素子 10 の短手方向の長さの約 50% 程度の長さを有する領域に配置されている。

第 2 延伸電極 16 a は、第 2 パッド電極 16 から、半導体発光素子 10 の長手方向の長さの約 1/3 程度の長さを有する領域にそれぞれ配置されている。また、第 2 パッド電極 16 から、半導体発光素子 10 の短手方向の長さの約 75% 程度の長さを有する領域に配置されている。

【0040】

この半導体発光素子 10 では、第 1 延伸電極 15 a は、その中央において H 字状又は U 字が 2 つ連結した形状を形成している。第 2 延伸電極 16 a は、長手方向の両側に偏って E 字状に形成されている。第 1 延伸電極 15 a の先端部は第 2 延伸電極 16 a で挟まれ、第 2 延伸電極 16 a の複数の先端部のうちの一部が第 1 延伸電極 15 a で挟まれている。言い換えると、半導体発光素子 10 の短手方向において、特に、両端の領域 A、C において、等間隔で、第 1 延伸電極 15 a 及び第 2 延伸電極 16 a が交互に配置している。

【0041】

<実施形態 1 の変形例>

図示しないが、この半導体発光素子は、半導体発光素子 10 のパッド電極のパターンがそのまま、第 1 導電型層を p 型層、第 2 導電型層を n 型層とし、第 1 導電型層 2 及び第 2 導電型層に、それぞれ第 1 パッド電極及び第 2 パッド電極が設けられている以外、実質的に同様の構成を備える。

【0042】

<実施形態 2>

この実施形態の半導体発光素子 20 は、図 2 A に示すように、平面形状において、第 1 パッド電極 25、第 1 延伸電極 25 a、第 2 パッド電極 26、第 2 延伸電極 26 a の配置及び／又は形状が異なる以外、実質的に半導体発光素子 10 と同様の構成を備える。

【0043】

この半導体発光素子 20 では、第 1 パッド電極 25 が発光素子の長辺に隣接して配置されており、第 1 パッド電極 25 を中心として、長手方向に平行して反対方向にそれぞれ延長し、この反対方向の延長端のそれぞれと、第 1 パッド電極 25 とから短手方向に平行してそれぞれ延長し、E 字状を形成する第 1 延伸電極 25 a を備える。

【0044】

第 2 パッド電極 26 は、中線 Y に対して、第 1 パッド電極 25 と異なる側の短辺の近傍に配置されている。第 2 延伸電極 26 a は、第 2 パッド電極 26 から、それぞれ長手方向及び短手方向に平行して延長している。第 2 延伸電極 26 a は、長手方向の延長途中で分岐し、一方は長手方向に、他方は短手方向に平行してそれぞれ延長している。2 つの第 2 延伸電極 26 a は、それぞれ U 字に近い形状を形成している。また、第 2 延伸電極 26 a は、中央の領域 B において、互いに対向する第 2 延伸電極 26 a の一部が分岐した部位 26 b を有し、それらの分岐した部位 26 b の先端が互いに近づくように延長している。

【0045】

第 1 延伸電極 25 a の先端部は第 2 延伸電極 26 a に長手方向で挟まれ、第 2 延伸電極 26 a の複数の先端部のうちの一部が第 1 延伸電極 25 a に長手方向で挟まれている。言い換えると、半導体発光素子 20 の長手方向において、略等間隔で、第 1 延伸電極 25 a 及び第 2 延伸電極 26 a が交互に配置している。

【0046】

<実施形態 2 の変形例 1>

この実施形態の半導体発光素子 21 は、図 2 B に示すように、平面形状において、中央の領域 B において、互いに対向する第 2 延伸電極 26 a の分岐した部位 26 b を有さない以外は、半導体発光素子 20 と同様の第 1 パッド電極 25、第 1 延伸電極 25 a、第 2 パッド電極 26、第 2 延伸電極 26 a の配置及び／又は形状を有している。また、半導体発光素子 22 は、実質的に半導体発光素子 10 と同様の構成を備える。

【0047】

＜実施形態 3＞

この実施形態の半導体発光素子 30 は、図 3 A に示すように、平面形状において、第 1 パッド電極 35、第 1 延伸電極 35 a、第 2 パッド電極 36、第 2 延伸電極 36 a の配置及び／又は形状が異なる以外、実質的に半導体発光素子 10 と同様の構成を備える。

【0048】

この半導体発光素子 30 では、第 1 パッド電極 35 が、中線 X 上であって、発光素子の長辺の近傍に配置されており、第 1 パッド電極 35 を中心として、中線 X に対称となり、互いに直交する方向にそれぞれ延長する第 1 延伸電極 35 a を備える。

第 2 パッド電極 36 は、両端の領域 A、C の角に近い領域に配置され、第 2 パッド電極 36 から、各第 1 延伸電極 35 a を挟んで、U 字を構成するように延長する第 2 延伸電極 36 a を備える。

10

【0049】

＜実施形態 3 の変形性＞

この実施形態の半導体発光素子 31 は、図 3 B に示すように、第 2 パッド電極 36 から延伸する第 2 延伸電極 36 a a が、互いに連結している以外、実質的に半導体発光素子 10 及び 30 と同様の構成を備える。

【0050】

＜実施形態 4＞

この実施形態の半導体発光素子 40 は、図 4 に示すように、平面形状において、第 1 パッド電極 45、第 1 延伸電極 45 a、第 2 パッド電極 46、第 2 延伸電極 46 a の配置及び／又は形状が異なる以外、実質的に半導体発光素子 10 と同様の構成を備える。

20

【0051】

この半導体発光素子 40 では、第 1 パッド電極 45 が、中線 X 上であって、発光素子の中央の領域 B の内側に配置されており、第 1 パッド電極 45 から、短手方向に平行に延長し、中線 Y 上で分岐し、中線 Y 上においてそれぞれ反対方向に延長して、いわゆる鍋蓋状に形成される第 1 延伸電極 45 a を備える。

第 2 パッド電極 46 は、中線 Y に対して、第 1 パッド電極 45 とは異なる側において、両端の領域 A、C の角に近い領域に配置されており、第 2 パッド電極 46 から、各第 1 延伸電極 45 a の先端を挟んで、U 字を構成するように延長する第 2 延伸電極 46 a を備える。

30

【0052】

＜実施形態 5＞

この実施形態の半導体発光素子 50 は、図 5 に示すように、平面形状において、第 1 パッド電極 55 が 1 つ及び第 2 パッド電極 56 が 2 つ、中線 Y 上に、交互に、各領域 A、B、C にそれぞれ配置されている以外、実質的に半導体発光素子 10 と同様の構成を備える。ただし、その平面形状は、 $1500\text{ }\mu\text{m} \times 300\text{ }\mu\text{m}$ の長方形である。

【0053】

この半導体発光素子 50 では、第 1 パッド電極 55 は、発光素子の中線 X 上に配置されており、延伸電極を有さない。

第 2 パッド電極 56 は、両端の領域 A、C の中央から、中央の領域 B 側に若干近い位置に配置されており、延伸電極を有さない。

40

【0054】

＜実施形態 5 の変形性＞

この実施形態の半導体発光素子 51 は、図 5 B に示すように、第 1 パッド電極 45 が中線 Y から一方の長辺側に偏在しており、第 2 パッド電極 46 が他方の長辺方向に偏在している以外、実質的に半導体発光素子 10 及び 50 と同様の構成を備える。

【0055】

＜実施形態 6＞

この実施形態の半導体発光素子 60 は、図 6 A に示すように、第 2 パッド電極 66 は、中線 Y 上であって、両端の領域 A、C の略中央に配置し、第 2 パッド電極 66 から中線 Y

50

上でかつ反対方向に延長する第2延伸電極66aを備える以外、実施形態5の半導体発光素子50と同様の構成を備える。

第2延伸電極66aは、外側に延長する長さが、内側に延長する長さの2～2.5倍程度である。

これら以外の構成は、実質的に半導体発光素子50と同様である。

【0056】

<実施形態6の変形性>

この実施形態の半導体発光素子61は、図6Bに示すように、第2パッド電極66が、中線Y上から一方の長手方向に偏在しており、第2パッド電極66から中線Y上でかつ反対方向に延長する第2延伸電極66aを備え、第1パッド電極65が中線Y上から他方の長手方向に偏在している以外、実施形態6の半導体発光素子60と同様の構成を備える。

10

【0057】

<実施形態7>

この実施形態の半導体発光素子70は、図7に示すように、第1パッド電極75が、中線X上であって、発光素子の長辺に隣接して配置されており、第1パッド電極75を中心として、長手方向に平行して反対方向にそれぞれ延長する第1延伸電極75aを備える。

第2パッド電極76は、両端の領域A、Cの角に近い領域に配置され、第2パッド電極76から、長手方向に平行してそれぞれ延長する第2延伸電極76aを備える。

第1延伸電極75aと第2延伸電極76aとは、互いに平行に配置して、対向する部位を有する。

20

これら以外の構成は、実質的に半導体発光素子50と同様である。

【0058】

<実施形態8>

この実施形態の半導体発光素子80は、図8に示すように、平面形状において、第1パッド電極85、第1延伸電極85a、第2パッド電極86、第2延伸電極86aの配置及び／又は形状が異なる以外、実質的に半導体発光素子50と同様の構成を備える。

【0059】

この半導体発光素子80では、第1パッド電極85が、中線X及び中線Y上に配置されており、第1パッド電極85から、長手方向に平行してそれぞれ反対方向に延長する第1延伸電極85aを備える。

30

第2パッド電極86は、両端の領域A、Cの中線X上に配置されており、第2パッド電極86から、各第1延伸電極85aの先端を挟んで、U字を構成するように延長する第2延伸電極86aを備える。

【0060】

<半導体発光素子の評価>

半導体発光素子の特性を評価するために、図9Aに示すように、従来から利用されている形態の電極パターンを備える半導体発光素子100を準備した。この半導体発光素子100は、中線Y上であって、短辺に近い部位に第1パッド電極5を備え、中線Yに沿って延長する第1延伸電極5aを有する。また、第1パッド電極5とは反対側の短辺に近い部位に第2パッド電極6を備え、第1延伸電極5aを挟むように、U字を構成するように、第2パッド電極6の両側からそれぞれ延伸する第2延伸電極6aを備える。また、第1延伸電極5a及び第2延伸電極6aは、それぞれ、短辺に平行な第1延伸電極5b及び第2延伸電極6bを複数備える。

40

なお、後述する光出力(Po)及び駆動(順方向)電圧(Vf)等の値は、短辺に平行な第1延伸電極5b及び第2延伸電極6bを備えない以外は、図9Bに示すように同様の構成の半導体発光素子101でも実質的には同等である。

【0061】

<光出力(Po)及び駆動(順方向)電圧(Vf)の評価>

上述した半導体発光素子100に対して、半導体発光素子10、20及び30について、電流65mA及び120mAで、光出力(Po)及び駆動(順方向)(Vf)をそれぞれ

50

れ測定した。

その結果を図10A及び図10Bに、半導体発光素子100を基準にして相対値で示す。

この結果から、本実施形態の発光素子10、20及び30は、発光素子100に対して、同等又はそれ以上に良好な光出力（Po）を示すことが確認された。また、この特性は、印加電流が大きいほど、顕著となることが確認された。

【0062】

このような結果は、第1延伸電極及び第2延伸電極の長さ（面積）を抑え、その形状を単純化することにより、電極によって遮られる光出力（Po）の低減を抑えたことに起因する。特に、発光素子30は延伸電極の全長が最も短くなるため、光出力（Po）が高かった。

10

また、単純化した配置によっても、適度な電流分布を図ることにより、駆動（順方向）電圧（Vf）が向上した。特に、発光素子10では、第1パッド電極、第1延伸電極、第2パッド電極及び第2延伸電極の間に電流が過度に流れることなく、電流密度の半導体層全面における均一化を図って、光出力（Po）及び駆動（順方向）電圧（Vf）が向上する結果をもたらすことが確認された。

【0063】

<電力効率の評価>

電力効率は、 $\{ \text{光出力} / (\text{電流} \times \text{電圧}) \} \times 100 [\%]$ で算出し、その基準に対する改善率（基準／対象） $\times 100 - 100 [\%]$ を比較した。その結果を図10Cに示す。

20

図10Cの半導体発光素子100を基準とした評価において、本実施形態の発光素子10、20、30で、0.5から1.8%の電力効率の向上が確認された。

【産業上の利用可能性】

【0064】

本発明の発光素子は、各種発光装置、特に、照明用光源、LEDディスプレイ、液晶表示装置などのバックライト光源、信号機、照明式スイッチ、各種センサ及び各種インジケータ、動画照明補助光源、その他の一般的な民生品用光源等に好適に利用することができる。

【符号の説明】

【0065】

30

10、20、21、30、31、40、50、51、60、61、70、80、100、101 半導体発光素子

1 基板

2 第1導電型層

3 発光層

4 第2導電型層

5、15、25、35、45、55、65、75、85 第1パッド電極

5a、15a、25a、35a、45a、75a、85a 第1延伸電極

6、16、26、36、46、56、66、76、86 第2パッド電極

6a、16a、26a、36a、36aa、46a、66a、76a、86a 第2パッド電極

40

26b 分岐した部位

7 導電層

8 保護膜

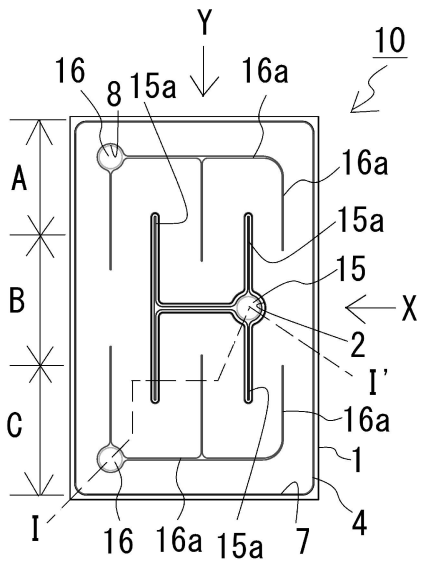
A、C 両側の領域

B 中央の領域

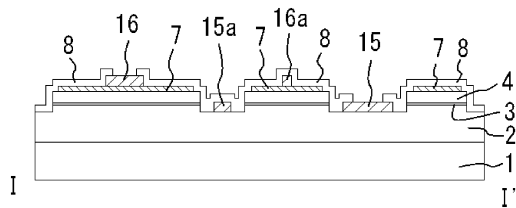
X 短手方向に延長する中線

Y 長手方向に延長する中線

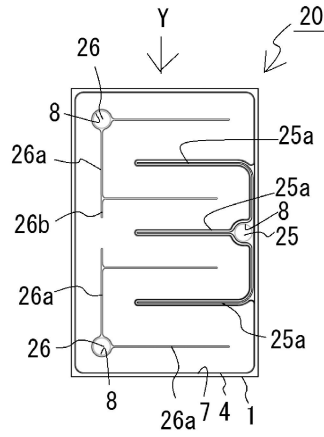
【図 1 A】



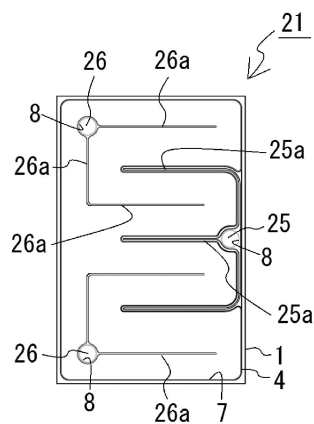
【図 1 B】



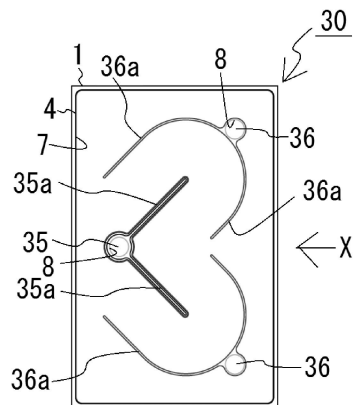
【図 2 A】



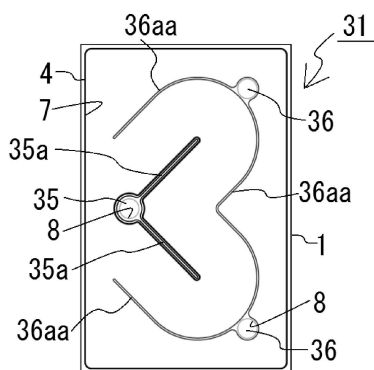
【図 2 B】



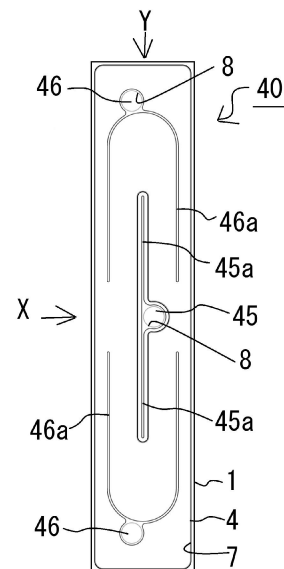
【図 3 A】



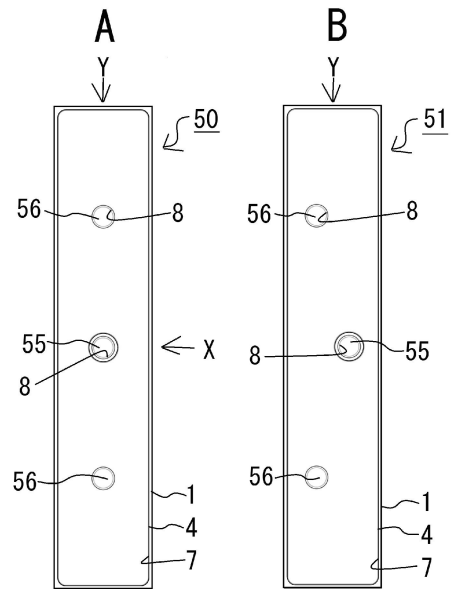
【図 3 B】



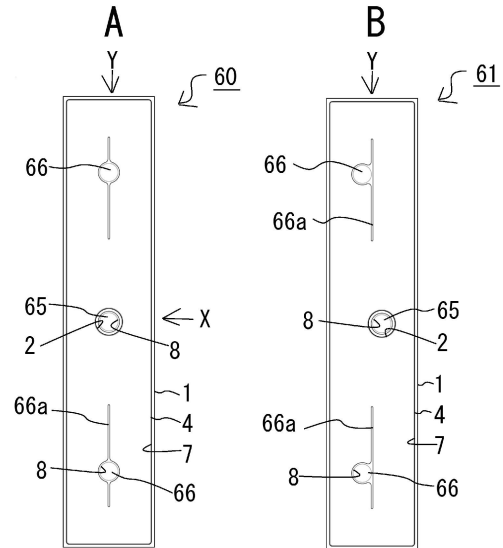
【図 4】



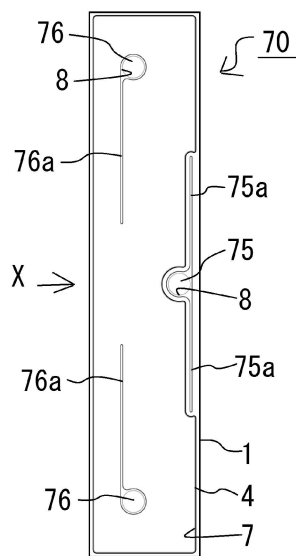
【図 5】



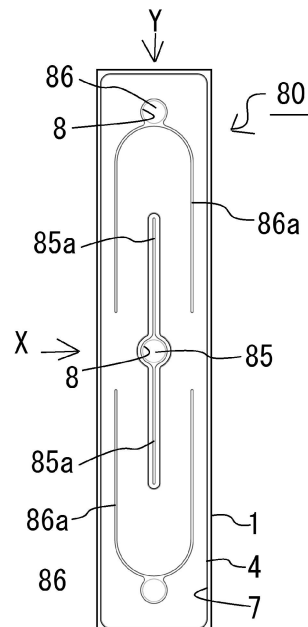
【図 6】



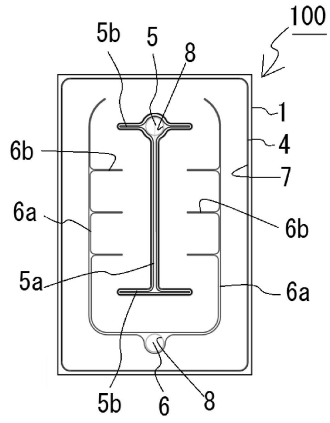
【図 7】



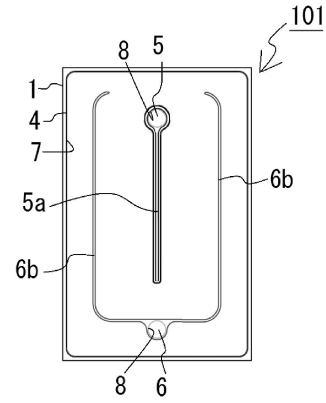
【図 8】



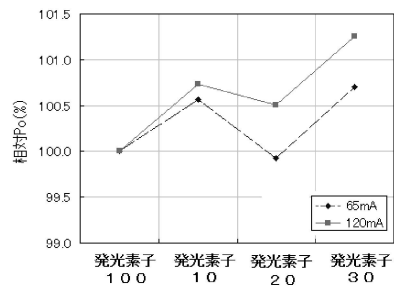
【図 9 A】



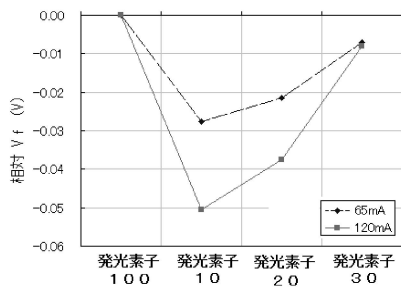
【図 9 B】



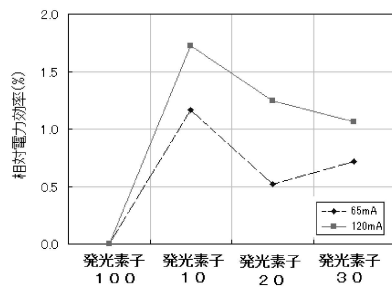
【図 10 A】



【図 10 B】



【図 10 C】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-003166 (JP, A)
特開2011-142324 (JP, A)
国際公開第2013/018941 (WO, A1)
米国特許出願公開第2010/0133575 (US, A1)

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