

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号
特表2012-522390
(P2012-522390A)

(43) 公表日 平成24年9月20日(2012.9.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 33/32 (2010.01)	HO 1 L 33/00 1 8 6	5 F O 4 1
HO 1 L 33/06 (2010.01)	HO 1 L 33/00 1 1 2	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

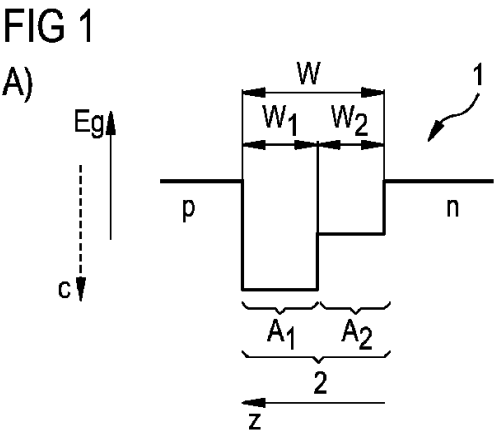
(21) 出願番号	特願2012-502545 (P2012-502545)	(71) 出願人	599133716 オスラム オプト セミコンダクターズ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ ル ハフツング Osram Opto Semicond uctors GmbH ドイツ連邦共和国、93055 レーゲン スブルグ、ライプニッツシュトラッセ 4 Leibnizstrasse 4, D -93055 Regensburg, Germany
(86) (22) 出願日	平成22年3月10日 (2010. 3. 10)	(74) 代理人	100099483 弁理士 久野 琢也
(85) 翻訳文提出日	平成23年9月30日 (2011. 9. 30)	(74) 代理人	100061815 弁理士 矢野 敏雄
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/053047		
(87) 国際公開番号	W02010/112310		
(87) 国際公開日	平成22年10月7日 (2010. 10. 7)		
(31) 優先権主張番号	102009015569.4		
(32) 優先日	平成21年3月30日 (2009. 3. 30)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オプトエレクトロニクス半導体チップ

(57) 【要約】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、該オプトエレクトロニクス半導体チップ(1)は窒化物材料系をベースとし、少なくとも1つの活性量子井戸(2)を含む。前記少なくとも1つの活性量子井戸(2)は、動作中に電磁波を生成するように形成されている。さらに、前記少なくとも1つの活性量子井戸(2)は、半導体チップ(1)の成長方向zに対して平行な方向にN個の相互に重なったゾーン(A)を含む。ここで、Nは2以上の自然数である。前記活性量子井戸(2)のゾーン(A)のうち少なくとも2つのゾーンの各平均インジウム含有率cは相互に異なる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

窒化物材料系をベースとするオプトエレクトロニクス半導体チップであって、
前記オプトエレクトロニクス半導体チップ（１）は少なくとも１つの活性量子井戸（２）を有し、

動作中、前記活性量子井戸（２）において電磁波が生成され、

前記活性量子井戸（２）は、前記オプトエレクトロニクス半導体チップ（１）の成長方向 z に対して平行な方向に、相互に重なった N 個のゾーン（Ａ）を有し、ただし、 N は 2 以上の自然数であり、

前記ゾーン（Ａ）のうち少なくとも 2 つのゾーンの平均インジウム含有率 c は相互に異なり、

前記活性量子井戸（２）は、条件

【数 1】

$$40 \leq \int c(z) dz - 2.5N - 1.5 \int dz \leq 80$$

を満たすことを特徴とする、オプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 2】

前記活性量子井戸（２）は、条件

【数 2】

$$40 \leq \sum_{i=1}^N c_i w_i - 2.5N - 1.5 \sum_{i=1}^N w_i \leq 80$$

を満たし、ただし、前記成長方向 z に対して平行な方向に順に前記ゾーン（Ａ）に連続番号を付与すると、

c_i は i 番目の前記ゾーン（Ａ）の平均インジウム含有率であり、

w_i は前記 i 番目のゾーン（Ａ）の幅である、

請求項 1 記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 3】

前記活性量子井戸（２）の前記ゾーン（Ａ）の各インジウム含有率 c は一定である、請求項 1 または 2 記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 4】

$N \geq 3$ であり、

前記ゾーン（Ａ）に、前記成長方向 z に平行な方向に順に連続番号を付した場合、該成長方向 z に対して平行に前記半導体チップ（１）の p 端子側（ p ）から n 端子側（ n ）に向かう方向における前記ゾーン（Ａ）の少なくとも一部の平均インジウム含有率に、

$$c_i < c_{i+1} \quad \text{かつ} \quad c_{i+1} > c_{i+2}$$

が適用される、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 5】

$c_i < c_{i+2}$ である、請求項 4 記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 6】

$N \geq 3$ であり、

前記ゾーン（Ａ）に、前記成長方向 z に平行な方向に順に連続番号を付した場合、該成長方向 z に対して平行に前記半導体チップ（１）の p 端子側（ p ）から n 端子側（ n ）に向かう方向における前記ゾーン（Ａ）の少なくとも一部の平均インジウム含有率に、

$$c_i > c_{i+1} \quad \text{かつ} \quad c_{i+1} > c_{i+2} \quad \text{かつ} \quad c_i > c_{i+2}$$

が適用される、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 7】

前記活性量子井戸(2)の前記インジウム含有率 c は、前記成長方向 z に対して平行な方向に単調に増大していく、請求項1から3までのいずれか1項記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 8】

N は3～10であり、

前記活性量子井戸(2)の全幅(W)は0.25nm～12nmである、請求項1から7までのいずれか1項記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 9】

前記活性量子井戸(2)は、前記成長方向 z に対して平行な方向に2～5個である、請求項1から8までのいずれか1項記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

10

【請求項 10】

前記オプトエレクトロニクス半導体チップ(1)は少なくとも2つの非活性量子井戸(3)を有し、

前記非活性量子井戸(3)の各インジウム含有率は、前記活性量子井戸(2)の最大インジウム含有率より小さい、請求項1から9までのいずれか1項記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 11】

少なくとも2つの隣接する前記活性量子井戸(2)間に、前記非活性量子井戸(3)が少なくとも1つ設けられている、請求項9および10記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

20

【請求項 12】

前記オプトエレクトロニクス半導体チップ(1)は少なくとも2つの導波層(4)を含み、前記活性量子井戸(2)は該導波層(4)間に設けられており、

前記導波層(4)のうち少なくとも1つの導波層は、少なくとも1つのキャリア障壁層(5)を含む、請求項1から11までのいずれか1項記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 13】

前記オプトエレクトロニクス半導体チップ(1)はレーザ光を生成するために構成されている、請求項1から12までのいずれか1項記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

30

【請求項 14】

前記オプトエレクトロニクス半導体チップ(1)は、430nm～540nmの電磁波を生成するために構成されている、請求項1から13までのいずれか1項記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ。

【請求項 15】

窒化物材料系をベースとするオプトエレクトロニクス半導体チップであって、

前記オプトエレクトロニクス半導体チップ(1)は少なくとも1つの活性量子井戸(2)を有し、

動作中、前記活性量子井戸(2)において電磁波が生成され、

40

前記活性量子井戸(2)は、前記オプトエレクトロニクス半導体チップ(1)の成長方向 z に対して平行な方向に、相互に重なった N 個のゾーン(A)を有し、ただし、 N は2以上の自然数であり、

前記ゾーン(A)には、前記成長方向 z に対して平行な方向に順に連続番号が付されており、

前記ゾーン(A)のうち少なくとも2つのゾーンの平均アルミニウム含有率 k は相互に異なり、

前記活性量子井戸(2)は、

【数 3】

$$50 \leq \int (35 - k(z)) dz - 2.5N - 1.5 \int dz \leq 120$$

を満たすことを特徴とする、オプトエレクトロニクス半導体チップ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はオプトエレクトロニクス半導体チップに関する。

【0002】

US 6 8 4 9 8 8 1 B 1 に、多重量子井戸構造を有するオプトエレクトロニクス半導体部品が記載されている。

10

【0003】

本発明の解決すべき課題は、動作中に高い効率で光を生成する、量子井戸構造を含むオプトエレクトロニクス半導体チップを実現することである。

【0004】

本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、オプトエレクトロニクス半導体チップは窒化物材料系をベースとする。換言すると、半導体チップを作製するために使用される半導体材料の成分が窒素である。すなわちこの材料系は、たとえば第3族 窒化物半導体材料であり、たとえば半導体チップは、AlGaIn, GaN, InGaIn または InAlGaIn をベースとする。

20

【0005】

本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップはエピタキシャル成長によって作製されている。このエピタキシャル成長によって、成長方向 z が定義される。

【0006】

本発明によるオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態によれば、オプトエレクトロニクス半導体チップは少なくとも1つの活性量子井戸を含む。本願では、量子井戸という用語は量子化次元に関して特定の意味を持たないので、量子井戸は、0次元の量子点、1次元の量子線、より高次元の量子井戸、またはこれらの量子井戸構造の任意の組合せとすることができる。

30

【0007】

本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、半導体チップの動作中、前記少なくとも1つの活性量子井戸において電磁波が生成される。この電磁波の波長は、有利には200nm～3000nmのスペクトル領域内であり、とりわけ、360nm～540nmのスペクトル領域内である。

【0008】

本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、前記少なくとも1つの活性量子井戸は、該オプトエレクトロニクス半導体チップの成長方向 z に対して平行な方向に相互に重なったN個のゾーンを有する。ここでNは、2以上の自然数である。換言すると、前記少なくとも1つの量子井戸は、成長によって順次形成され相互に隣接する少なくとも2つのゾーンを含む。

40

【0009】

本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、前記ゾーンのうち少なくとも2つは、相互に異なる平均インジウム含有率 c を有する。すなわち、活性量子井戸内でインジウム含有率を所期のように異ならせる。

【0010】

本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、活性量子井戸は以下の条件を満たす：

【数 1】

$$40 \leq \int c(z)dz - 2.5N - 1.5 \int dz \leq 80$$

前記少なくとも 1 つの活性量子井戸が上掲の条件を満たすとは、活性量子井戸中のインジウム含有率 c にわたって成長方向 z に沿って積分したものから、ゾーン数 N の 2.5 倍と、成長方向 z に対して平行な方向の該活性量子井戸の寸法の 1.5 倍とを減算して得られた値が 40 ~ 80 であり、有利には 50 ~ 70 であるように、該インジウム含有率 c 、該ゾーン数 N 、成長方向 z に対して平行な方向のゾーンの寸法、および成長方向 z に対して平行な方向の活性量子井戸の寸法との各パラメータ値を選択することを意味する。

10

【0011】

インジウム含有率とはここでは、非窒素格子位置の一部がインジウム原子に置換されていることを意味する。上述の条件に関しては、インジウム含有率 c をパーセンテージで無次元で表される。すなわち、 c は 0 ~ 100 の無次元数をとる。上記の条件では、ゾーン数 N も無次元で使用される。 z も無次元であり、成長方向 z に対して平行な方向の座標を nm で表したものに相当する。

【0012】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも 1 つの実施形態では、該オプトエレクトロニクス半導体チップは窒化物材料系をベースとし、少なくとも 1 つの活性量子井戸を含む。前記少なくとも 1 つの活性量子井戸は、動作中に電磁波を生成するように形成されている。さらに、前記少なくとも 1 つの活性量子井戸は、半導体チップの成長方向 z に対して平行な方向に N 個の相互に重なったゾーンを含む。ここで、 N は 2 以上の自然数である。前記活性量子井戸のゾーンのうち少なくとも 2 つのゾーンは、平均含有率が相互に異なる平均インジウム含有率 c を含む。さらに、前記少なくとも 1 つの活性量子井戸は以下の条件を満たす。

20

【0013】

【数 2】

$$40 \leq \int c(z)dz - 2.5N - 1.5 \int dz \leq 80$$

30

とりわけ、前記少なくとも 1 つの活性量子井戸は以下の条件を満たす。

【0014】

【数 3】

$$50 \leq \int c(z)dz - 2.5N - 1.5 \int dz \leq 70$$

【0015】

このような活性量子井戸のインジウム含有率は、成長方向で見ると、少なくとも一区分において段階的および / またはランプ状の形を示す。活性量子井戸の構造をこのようにランプ状および / または段階的な構造にすることによって、価電子帯における波動関数と伝導帯における波動関数とが重なり合うオーバーラップ部分を大きくすることができる。波動関数のオーバーラップ部分がこのように大きくなることにより、半導体チップの効率を上昇させることができる。

40

【0016】

さらに、キャリア捕獲率を上昇させることもできる。換言すると、たとえば電子等のキャリアを高い確率で活性量子井戸にトラップし、光放出再結合に寄与させることができる。バンドエッジの領域において 1 段または複数段でヘテロ境界が形成されることにより、境界面荷電を局在化して発生させることができる。この局在化した境界面荷電によって、さらに圧電場を低減することができ、このことによって、半導体チップの光生成効率を上昇させることもできる。

50

【 0 0 1 7 】

量子井戸のパラメータに関する上記条件、とりわけ、ゾーンの厚さと該ゾーンのインジウム含有率とに関する上記条件は、活性量子井戸を形成するためのパラメータ領域を表している。このパラメータ領域によって、驚くほど高い効率を実現することができ、半導体チップの光生成において特に高い効率を実現することができる。

【 0 0 1 8 】

項

【 数 4 】

$$\int c(z)dz - 2.5N - 1.5 \int dz \quad 10$$

がとることができる値の範囲には、ここでは原則的に制限がかからない。たとえば、従来の活性量子井戸に対応する項は 2 0 0 上昇するか、または 0 未満になることができる。

【 0 0 1 9 】

本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも 1 つの実施形態では、前記少なくとも 1 つの活性量子井戸は以下の条件を満たす：

【 数 5 】

$$40 \leq \sum_{i=1}^N c_i w_i - 2.5N - 1.5 \sum_{i=1}^N w_i \leq 80 \quad 20$$

有利には

【 数 6 】

$$50 \leq \sum_{i=1}^N c_i w_i - 2.5N - 1.5 \sum_{i=1}^N w_i \leq 70$$

上記式において、 c_i は i 番目のゾーンの平均インジウム含有率であり、 w_i は、前記少なくとも 1 つの活性量子井戸の i 番目のゾーンの幅である。ここでは、前記量子井戸の各ゾーンの番号は、半導体チップの成長方向 z に対して平行な方向に連番で付与されている。したがって、各ゾーンの番号を成長方向に順番に付与するか、または成長方向と逆方向に順番に付与することができる。

30

【 0 0 2 0 】

たとえば、活性量子井戸の 1 つのゾーンは、成長方向 z における局所的なインジウム含有率が、全ゾーンにおける平均インジウム含有率から最大 3 0 % 偏差する領域であり、有利には最大 1 5 % 偏差する領域である。換言するとたとえば、インジウム含有率が顕著に、段階的に上昇または下降する部分が、隣接するゾーン間の境界または境界領域を成す。

【 0 0 2 1 】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも 1 つの実施形態では、前記少なくとも 1 つの活性量子井戸の各ゾーン中のインジウム含有率 c は、製造公差を勘案すればそれぞれ一定である。「一定」とはたとえば、ゾーン中のインジウム含有率 c と平均値との偏差が最大 2 パーセントポイントであり、とりわけ最大 1 パーセントポイントとなることを意味する。一定という用語はたとえば、成長方向に対して平行な方向のインジウム含有率の段階的な分布を示す曲線の階段のエッジが、丸みを帯びた形状を含むことを除くものではない。換言すると、インジウム含有率の分布を示す曲線は階段関数によって近似することができる。

40

【 0 0 2 2 】

本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも 1 つの実施形態では、前記少なくとも 1 つの活性量子井戸は少なくとも 3 つのゾーンを有する。換言すると、 $N \geq 3$ である。とりわけ少なくとも 3 つのゾーンの各平均インジウム含有率、有利にはすべての

50

ゾーンの各平均インジウム含有率が異なる。

【0023】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、該オプトエレクトロニクス半導体チップはp端子側とn端子側とを有する。オプトエレクトロニクス半導体チップのp端子側にはたとえばpドープ半導体材料が設けられており、n端子側にはnドープ半導体材料が設けられている。有利には、これら端子側を介して半導体チップの電氣的コンタクトが行われる。

【0024】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、前記ゾーンの少なくとも一部の平均インジウム含有率 c に次式を適用する：

$$c_i < c_{i+1} \quad \text{かつ} \quad c_{i+1} > c_{i+2}$$

ここでは、成長方向に対して平行に、p端子側からn端子側へ順番に連続番号が前記ゾーンに付与される。有利には $i = 1$ である。換言すると、活性量子井戸は中央に、インジウム含有率が高い中央ゾーンを有し、該中央ゾーンの両側に、それよりインジウム含有率が低いゾーンが設けられている。

【0025】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態ではさらに、 $c_i < c_{i+2}$ が適用される。換言すると活性量子井戸は、インジウム含有率が高い中央ゾーンを有する。前記中央ゾーンよりp端子側に近いゾーンのインジウム含有率は、該中央ゾーンよりn端子側に近いゾーンのインジウム含有率より低い。

【0026】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、前記ゾーンのうち少なくとも一部のゾーンの平均インジウム含有率について、p端子側からn端子側への方向に以下の関係式が適用される：

$$c_i > c_{i+1} \quad \text{かつ} \quad c_{i+2} > c_{i+1} \quad \text{かつ} \quad c_i > c_{i+2}$$

換言すると、 $i + 1$ 番目のゾーンは、インジウム含有率がより高い2つのゾーンに挟まれる。 $i + 1$ 番目のゾーンはたとえば、量子井戸の分布プロフィールにおいて中間バリアとなる。有利には、 $i = 1$ または $i = 2$ である。

【0027】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、インジウム含有率 c は成長方向 z に平行な方向に単調に増加していく。換言すると前記活性量子井戸は、最大インジウム含有率を有するゾーンを有し、該最大インジウム含有率を有するゾーンはとりわけ $i = 1$ 番目のゾーンであり、該最大インジウム含有率を有するゾーンを出発点として、インジウム含有率は成長方向 z に対して平行な方向に、製造公差内で単調に増加していく。つまり、たとえば各ゾーン i ごとに、 $c_i < c_{i+1}$ が適用され、有利には $c_i > c_{i+1}$ が適用される。ただし、 $1 \leq i \leq N - 1$ である。とりわけ、このような半導体チップは中間バリアを有さない。

【0028】

本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、前記少なくとも1つの活性量子井戸は3～10個のゾーンを有する。換言すると $3 \leq N \leq 10$ が適用され、有利には $3 \leq N \leq 6$ が適用される。

【0029】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、活性量子井戸の全幅は $0.25 \text{ nm} \sim 12 \text{ nm}$ であり、とりわけ $0.5 \text{ nm} \sim 10 \text{ nm}$ であり、有利には $3.5 \text{ nm} \sim 8 \text{ nm}$ である。

【0030】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、前記少なくとも1つの活性量子井戸のゾーンのうち少なくとも一部のゾーンまたは全部のゾーンの幅 w に、以下の関係式を適用する：

$$w_i > w_{i+1} \quad \text{かつ} \quad w_{i+2} > w_{i+1}$$

10

20

30

40

50

換言すると、幅が大きい2つのゾーン間に、幅がより小さいゾーンが設けられる。この実施例では、とりわけ $i + 1$ 番目のゾーンは、活性量子井戸のゾーンのうち最大平均インジウム含有率を有するゾーンである。すなわち、有利には $i = 1$ または $i = 2$ である。

【0031】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、活性量子井戸のゾーンのうち少なくとも一部のゾーンの幅 w について、以下の関係式が適用される：

$$w_i < w_{i+1} \quad \text{かつ} \quad w_i < w_{i+2}$$

この実施形態では有利には、 $i + 1$ 番目のゾーンが、最大インジウム含有率を有するゾーンである。したがって、有利には $i = 1$ である。さらに、とりわけ $w_{i+1} > w_{i+2}$ を適用することができる。

10

【0032】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、活性量子井戸の少なくとも1つの中間バリアの、成長方向 z に対して平行な方向の幅は、該活性量子井戸の他のゾーンの最小幅より小さい。換言すると、中間バリアは薄く形成される。とりわけ、中間バリアの成長方向の厚さは、 $0.25 \text{ nm} \sim 1.25 \text{ nm}$ である。

【0033】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、ゾーンの厚さは $1.5 \text{ nm} \sim 4 \text{ nm}$ であり、とりわけ $1.75 \text{ nm} \sim 3 \text{ nm}$ である。このゾーンの厚さの数値は、中間バリアが設けられる場合には中間バリアの厚さには適用されない。

【0034】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、インジウム含有率が最も高いゾーンのインジウム含有率は $15\% \sim 50\%$ である。

20

【0035】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、最大インジウム含有率を有するゾーンに隣接する少なくとも1つのゾーンのインジウム含有率は、該最大インジウム含有率を有するゾーンの平均インジウム含有率の $30\% \sim 80\%$ であり、とりわけ $40\% \sim 60\%$ である。

【0036】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態では、少なくとも1つの i 番目のゾーンの平均インジウム含有率に、

30

$$0.35 c_{i-1} < c_i < 0.65 c_{i-1}$$

を適用し、とりわけ、

$$0.40 c_{i-1} < c_i < 0.60 c_{i-1}$$

を適用する。上記両関係式では、有利には $i = 2$ または $i > 2$ である。

【0037】

1つの実施形態ではオプトエレクトロニクス半導体チップは、成長方向 z に対して平行な方向に、2～5個の活性量子井戸を有する。換言すると、オプトエレクトロニクス半導体チップは多重量子井戸構造を有する。

【0038】

本発明によるオプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも1つの実施形態によれば、オプトエレクトロニクス半導体チップは少なくとも1つの非活性量子井戸を含む。この非活性量子井戸の平均インジウム含有率は、少なくとも1つの活性量子井戸のゾーンのうち最大平均インジウム含有率を有するゾーンの平均インジウム含有率より低い。

40

【0039】

非活性とはここではとりわけ、量子井戸が光生成のために構成されていないことを意味する。すなわち、オプトエレクトロニクス半導体チップの動作中、放出される光のうち非活性量子井戸において生成される割合は無いか、または無視できる程度の低い割合である。有利には、非活性量子井戸で生成される光の割合は 10% 未満であり、とりわけ 2% 未満である。

【0040】

50

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも１つの実施形態では、成長方向 z に対して平行な方向の非活性量子井戸の厚さは、成長方向 z に対して平行な方向の活性量子井戸の厚さより小さい。有利には、非活性量子井戸の厚さは最大で、活性量子井戸の厚さの 75 % である。

【 0 0 4 1 】

少なくとも１つの実施形態では、オプトエレクトロニクス半導体チップは少なくとも２つの非活性量子井戸を有し、該少なくとも２つの非活性量子井戸は、前記少なくとも１つの活性量子井戸を挟む。

【 0 0 4 2 】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも１つの実施形態では、２つの隣接する活性量子井戸間に少なくとも１つの非活性量子井戸が設けられ、とりわけ 1 ~ 5 個の非活性量子井戸が設けられる。有利には、 p 端子側と、該 p 端子側に最も近い活性量子井戸との間にも、少なくとも１つの非活性量子井戸が設けられ、とりわけ 1 ~ 5 個の非活性量子井戸が設けられる。有利には、 n 端子側に最も近い活性量子井戸にも同等のことが適用される。

10

【 0 0 4 3 】

少なくとも１つの実施形態では、オプトエレクトロニクス半導体チップは少なくとも２つの導波層を有し、前記少なくとも１つの活性量子井戸、とりわけすべての活性量子井戸が、該導波層間に設けられる。換言すると、前記活性量子井戸は導波層によって挟まれる。

20

【 0 0 4 4 】

オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも１つの実施形態では、前記導波層のうち少なくとも１つの導波層は、１つまたは複数のキャリア障壁層を有する。このキャリア障壁層はたとえば、 p 端子側の導波層に挿入された電子障壁層である。前記キャリア障壁層には、含有率を増加させてアルミニウムを含有させ、該キャリア障壁層の厚さを 0 . 25 nm ~ 20 nm と小さくすることができる。

【 0 0 4 5 】

少なくとも１つの実施形態では、オプトエレクトロニクス半導体チップはレーザ光を生成するように構成される。換言すると、オプトエレクトロニクス半導体チップはレーザチップである。

30

【 0 0 4 6 】

少なくとも１つの実施形態では、オプトエレクトロニクス半導体チップは 430 nm ~ 540 nm の電磁波を生成するように構成される。換言すると、オプトエレクトロニクス半導体チップは青色スペクトル領域および / または緑色スペクトル領域を放出する。

【 0 0 4 7 】

さらに本願では、少なくとも１つの活性量子井戸においてアルミニウム含有率が変動するオプトエレクトロニクス半導体チップを開示する。

【 0 0 4 8 】

少なくとも１つの実施形態では、オプトエレクトロニクス半導体チップは窒化物材料系をベースとし、少なくとも１つの活性量子井戸を有し、動作中には該少なくとも１つの活性量子井戸において電磁波が生成される。オプトエレクトロニクス半導体チップは、該オプトエレクトロニクス半導体チップの成長方向 z に対して平行な方向に、相互に重ねられた N 個のゾーンを有し、該 N 個のゾーンのうち少なくとも２つのゾーンの平均アルミニウム含有率 k は相互に異なる。ここでは、 N は 2 以上の自然数である。ここでは、285 nm を上回りとりわけ 360 nm 以下である波長の光の場合、前記少なくとも１つの活性量子井戸は、

40

【 数 7 】

$$70 \leq \int (35 - k(z)) dz - 2.5N - 1.5 \int dz \leq 120$$

50

を満たすか、または、285nm以下でありとりわけ210nm以上である波長の光の場合、前記少なくとも1つの活性量子井戸は、

【数8】

$$50 \leq \int k(z)dz - 2.5N - 1.5 \int dz \leq 100$$

を満たす。

【0049】

活性量子井戸のゾーンの平均インジウム含有率が変動するオプトエレクトロニクス半導体チップの特徴は、アルミニウム含有率が変動する本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの開示内容でもあり、また、アルミニウム含有率が変動する本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの特徴は、活性量子井戸のゾーンの平均インジウム含有率が変動するオプトエレクトロニクス半導体チップの開示内容でもある。インジウム含有率が上昇するとバンドギャップは減少し、アルミニウム含有率が上昇するとバンドギャップは増大するので、活性量子井戸のゾーンの変動する平均アルミニウム含有率の場合には、インジウム含有率で使

10

20

【0050】

本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップを使用することができる用途に、例えばディスプレイ又は表示装置のバックライトが含まれる。さらに、本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップは、プロジェクション用の照明装置、投光器又は光源、又は一般照明においても使用することができる。

【0051】

以下、図面を参照して実施例に基づいて、本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップを詳細に説明する。なお、各図において、同じ要素には同じ参照記号を付してある。しかし、個々の要素間のサイズ比は実際の寸法通りではなく、理解し易いように過度に拡大表示されていることもある。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の一実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略的な断面図(A)と、該オプトエレクトロニクス半導体チップのバンド構造の概略図(B)である。

30

【図2】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図3】半導体部品の概略図である。

【図4】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図5】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図6】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図7】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図8】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図9】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図10】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

40

【図11】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図12】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図13】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図14】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図15】本発明の別の実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

【図16】オプトエレクトロニクス半導体チップのパラメータの変動を示す概略図である。

【図17】オプトエレクトロニクス半導体チップのパラメータの変動を示す概略図である。

【図18】アルミニウム含有率が異なる複数のゾーンを含む、本発明の一実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップの概略図である。

50

【 0 0 5 3 】

図 1 A に、一実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の成長方向 z におけるインジウム含有率 c の分布プロフィールと、該成長方向 z におけるバンドギャップ E_g の分布プロフィールとを概略的に示す。活性量子井戸 2 のインジウム含有率 c の方が、該活性量子井戸 2 を挟んでいるオプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の領域のインジウム含有率 c と比較して高い。活性量子井戸 2 は 2 つのゾーン A_1 , A_2 を含み、活性量子井戸 2 の第 1 のゾーン A_1 のインジウム含有率 c は、第 2 のゾーン A_2 のインジウム含有率より高い。オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の動作中、光生成は有利には、ほぼ排他的に第 1 のゾーン A_1 において行われる。

【 0 0 5 4 】

オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 はたとえば、InGaN 材料系をベースとする。インジウム含有率 x を単位 % で表すと、バンドギャップ E_g を近似的に、

$$E_g(x) = x \cdot 3.42 + (1 - x) \cdot 0.77 - x \cdot (1 - x) \cdot 1.43$$

によって表すことができる。ここでは、Applied Physics Letters, Vol. 80, Issue 25, 2002 年度、第 4741 ~ 4743 頁を参照されたい。

【 0 0 5 5 】

ここでは、バンドギャップ E_g は単位 eV で表されている。インジウム含有率が増加するとバンドギャップ E_g は減少する。約 450 nm の波長に相当するバンドギャップ E_g を実現するためには、インジウム含有率は有利には 17% ~ 22% であり、約 490 nm の波長に相当するバンドギャップ E_g を実現するためには、インジウム含有率は有利には 24% ~ 29% である。

【 0 0 5 6 】

各ゾーン A_1 , A_2 では、各インジウム含有率 c は近似的に一定である。たとえば第 1 のゾーン A_1 のインジウム含有率 c_1 は 22% であり、第 2 のゾーン A_2 のインジウム含有率 c_2 は約 12% である。第 1 のゾーン A_1 の幅 w_1 は約 2.5 nm であり、第 2 のゾーン A_2 の幅 w_2 は約 2 nm である。したがって、活性量子井戸 2 の全幅 W は約 4.5 nm になる。ゾーン A_1 , A_2 の番号は、オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の成長方向 z と逆方向に連番付与されている。したがってゾーン A_1 , A_2 の連番は、オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の p 端子側 p から n 端子側 n の方向の順になる。

【 0 0 5 7 】

ゾーン A_1 , A_2 のインジウム含有率 c は一定であるから、項

【 数 9 】

$$\int c(z)dz - 2.5N - 1.5 \int dz$$

は、項

【 数 10 】

$$\sum_{i=1}^N c_i w_i - 2.5N - 1.5 \sum_{i=1}^N w_i$$

によって表すことができる。ここでは、 i 番目のゾーンのインジウム含有率 c_i は無次元で単位 % で表され、幅 w_i は無次元で単位 nm で表される。 N はゾーン A_1 , A_2 の数に相当する。図 1 A の活性量子井戸 2 の場合、この項の値は、 $[22 \cdot 2.5 + 12 \cdot 2] - [2.5 \cdot 2] - [1.5 \cdot (2.5 + 2)]$ 67 になる。

【 0 0 5 8 】

たとえば電子顕微鏡を使用して、とりわけ透過電子顕微鏡を使用して活性量子井戸 2 を測定することにより、該活性量子井戸 2 を表す項の値を求めることができる。

【 0 0 5 9 】

図 1 B に、図 1 A のオプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の価電子帯および伝導帯の

エネルギー E の成長方向 z に沿った分布を概略的に示す。バンドギャップ E_g は価電子帯の成長方向 z のエネルギー E と伝導帯の成長方向 z のエネルギー E との差に相当する。価電子帯の波動関数および伝導帯の波動関数はそれぞれ太線で示されており、価電子帯のエネルギーレベルおよび伝導帯のエネルギーレベルを細い横線で示している。価電子帯の基底状態の波動関数と伝導帯の基底状態の波動関数とが重なり合うオーバーラップ領域は比較的大きい。このことによってとりわけ、量子井戸 2 においてキャリアすなわち電子および正孔が再結合するときの再結合速度を高くすることができ、活性量子井戸 2 におけるキャリアの捕獲率を上昇させることもできる。

【0060】

図 2 に、別の実施例の半導体チップ 1 を概略的に示す。成長方向 z におけるインジウム含有率 c の分布プロファイルは、3 つのゾーン A_1 , A_2 , A_3 を含む。これら 3 つのゾーンによって活性量子井戸 2 が構成される。破線は、ゾーン A_1 , A_2 , A_3 の平均インジウム含有率を近似したものを示す。インジウム含有率 c の実際の分布プロファイルとこの平均インジウム含有率との間には偏差があり、とりわけこの偏差は、理論的な分布プロファイルの破線で示された階段形状のエッジ領域に存在する。しかし個々のゾーン A_1 , A_2 , A_3 は、インジウム含有率 c が大きく上昇する領域ないしは大きく下降する領域によって相互に明確に分かれている。

【0061】

下記の各実施例では、階段形状によって近似された、成長方向 z における理論的なインジウム含有率 c を示している。すなわち、図 2 と同様に、インジウム含有率 c が図中の分布プロファイルから偏差する場合がある。

【0062】

図 3 A に示された半導体部品では、活性量子井戸 2 の幅 W は約 6 nm であり、平均インジウム含有率 c は約 22 % である。したがって、項

【数 11】

$$\sum_{i=1}^N c_i w_i - 2.5N - 1.5 \sum_{i=1}^N w_i$$

の値は約 120 になる。このことにより、価電子帯における基底状態波動関数と、伝導帯における基底状態波動関数とが重なるオーバーラップ部分は、比較的小さくなる。図 3 B および 3 C を参照されたい。さらに、活性量子井戸 2 の領域における価電子帯のエネルギーの勾配および伝導帯のエネルギーの勾配は、圧電場によって比較的大きくなっている。これは、図 3 C において傾斜する破線によって示されている。

【0063】

量子井戸 2 のエッジはランブ状の形状を示し、修正された活性量子井戸 2 が得られる。この修正された活性量子井戸 2 は、一点鎖線によって示されている。

【0064】

図 4 に、本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の別の実施例が示されている。活性量子井戸 2 のうち最大インジウム含有率 c_2 を有するゾーン A_2 には、p 端子側 p に向かう方向に、平均インジウム含有率 c_1 がより低いゾーン A_1 が隣接している。ゾーン A_1 はランブ状にすることができ、これは一点鎖線によって示されている。

【0065】

図 4 B に示されているように、図 3 C と比較すると、ゾーン A_1 に起因して、最大インジウム含有率 c_2 を有するゾーン A_2 の領域における成長方向 z のエネルギー E の勾配が格段に減少する。このことは、図 4 B において太線で示されている。直接比較するため、図 4 B にも、図 3 C に示された活性量子井戸 2 のエネルギー E の勾配を破線で示している。換言すると、ゾーン A_1 によってポテンシャル分布の勾配が減少する。このように勾配が減少することにより、活性量子井戸 2 における光生成効率が上昇する。

【0066】

10

20

30

40

50

図 5 に示されたオプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の実施例では、活性量子井戸 2 は 3 つのゾーン A_1 , A_2 , A_3 を有する。最大インジウム含有率 c_2 を有するゾーン A_2 が最大幅 w_2 を有する。p 端子側のゾーン A_1 のインジウム含有率 c_1 は、n 端子側のゾーン A_3 のインジウム含有率 c_3 より低い。ゾーン A_1 , A_3 の幅 w_1 , w_3 にも同様のことが当てはまる。

【0067】

図 5 B から分かるように、活性量子井戸 2 は比較的大きな有効幅を有するので、該活性量子井戸 2 のキャリア捕獲率は高い。また、ポテンシャル分布の勾配も減少する。ゾーン A_1 , A_3 と、活性量子井戸 2 より外側にあり該ゾーン A_1 , A_3 を挟む周辺の半導体材料との間のヘテロ界面に局所的に存在する電荷により、圧電場が低減され、活性量子井戸 2 における光生成効率を特に高くすることができる。

10

【0068】

図 6 に示されたオプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の実施例では、活性量子井戸 2 は 3 つのゾーン A_1 , A_2 , A_3 を有する。インジウム含有率 c_1 はゾーン A_1 から成長方向 z と逆方向に単調に上昇していく。ゾーン A_2 , A_3 間の階段状のエッジは点線で示されており、たとえば図 6 に示されたのとは異なって、この階段状のエッジを丸めて形成することもできる。また、活性量子井戸 2 のゾーン A_1 , A_2 , A_3 の数を、図 6 と異なって、3 より格段に増加させることもできる。

【0069】

図 7 に示された実施例では、活性量子井戸 2 は p 端子側のゾーン A_1 と、最大平均インジウム含有率 c_2 を有するゾーン A_2 を挟む、n 端子側の複数のゾーン A_3 , A_4 とを有する。

20

【0070】

図 8 のオプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の実施例では、活性量子井戸 2 は、ゾーン A_2 , A_4 によって形成された 2 つの中間バリアを有する。ゾーン A_2 , A_4 のインジウム含有率 c_2 , c_4 は、各ゾーン A_2 , A_4 に隣接するゾーンと比較して低く、かつ / または、ゾーン A_2 , A_4 のアルミニウム含有率は高い。図 9 ではさらに、インジウム含有率 c_1 が比較的低い p 端子側のゾーン A_1 も設けられている。

【0071】

図 10 では、オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 は 2 つの活性量子井戸 2 a , 2 b を有する。活性量子井戸 2 a , 2 b は 2 つのゾーン A_1 , A_2 を含み、図 10 に示されているのとは異なり、活性量子井戸 2 a , 2 b 間に点線で示されているように、オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 が有する活性量子井戸の数をたとえば 3 , 4 , 5 またはそれ以上にすることができる。

30

【0072】

図 11 では、オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 は活性量子井戸 2 a , 2 b の他に非活性量子井戸 3 も含む。非活性量子井戸 3 のインジウム含有率はたとえば、活性量子井戸 2 a , 2 b のゾーン A_1 , A_2 のインジウム含有率の間である。非活性量子井戸 3 は、オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の p 端子側 p に設けられている。図 11 に示されているのとは異なり、この非活性量子井戸 3 も、インジウム含有率および / またはアルミニウム含有率が異なる複数のゾーンを含むことができる。

40

【0073】

図 12 に、非活性量子井戸 3 を n 端子側 n に設けることも可能であることが示されている。また、最大 5 つの非活性量子井戸 3 を有するグループを n 端子側 n および / または p 端子側 p に形成することも可能である。その際には、非活性量子井戸 3 の複数の各グループが有する非活性量子井戸 3 の数を等しくしなくてもよい。活性量子井戸 2 a , 2 b 間に存在する非活性量子井戸 3 が 1 つである場合、または、複数の非活性量子井戸 3 を有するグループが活性量子井戸 2 a , 2 b 間に存在する場合にも、同様のことが当てはまる。図 13 を参照されたい。

【0074】

50

図 1 4 では、オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 はさらに 2 つのクラッド層 4 a , 4 b を有し、両クラッド層 4 a , 4 b は活性量子井戸 2 a , 2 b を閉じ込めるかまたは挟み込む。

【 0 0 7 5 】

図 1 5 の実施例では、オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 は活性量子井戸 2 と各導波層 4 a , 4 b との間にそれぞれバリア層 6 を有する。さらに、p 端子側の導波層 4 a はキャリア障壁層 5 を含む。キャリア障壁層 5 はたとえば、アルミニウム含有率がより高い薄層によって形成される。

【 0 0 7 6 】

図 1 5 に示されたのとは異なり、オプトエレクトロニクス半導体チップ 1 は複数の活性量子井戸 2 を有することができ、またオプションとして、1 つまたは複数の非活性量子井戸 3 も有することができる。

【 0 0 7 7 】

図 1 , 2 および 4 ~ 1 5 に示されたオプトエレクトロニクス半導体チップ 1 の実施例では、前記少なくとも 1 つの活性量子井戸 2 のゾーン A の数、インジウム含有率 c および幅 w は、項

【 数 1 2 】

$$\int c(z)dz - 2.5N - 1.5 \int dz$$

または

【 数 1 3 】

$$\sum_{i=1}^N c_i w_i - 2.5N - 1.5 \sum_{i=1}^N w_i$$

の値が 4 0 ~ 8 0 となり、とりわけ 5 0 ~ 7 0 となるように選択される。

【 0 0 7 8 】

図 1 6 および 1 7 に、オプトエレクトロニクス半導体チップの活性量子井戸 2 のゾーン A のインジウム含有率 c および幅 w のパラメータの変動を概略的に示す。パラメータの各変動に対し、項

【 数 1 4 】

$$\int c(z)dz - 2.5N - 1.5 \int dz$$

の値を横軸に沿ってプロットしている。ここでは、上記項の値を略して F o M と称する。図 1 6 では、各活性量子井戸がそれぞれ 2 つのゾーン A を有する。F o M 値が 4 0 ~ 8 0 である場合、とりわけ 5 0 ~ 7 0 である場合に、オプトエレクトロニクス半導体チップの効率は高くなる。このオプトエレクトロニクス半導体チップの高効率は、たとえばレーザー性能に現れる。各活性量子井戸がそれぞれ 3 つのゾーン A を有する、図 1 7 のオプトエレクトロニクス半導体チップにも、同様のことが当てはまる。

【 0 0 7 9 】

たとえば、F o M 値が上記値範囲外にある場合より、上記値範囲内にある場合の方が、オプトエレクトロニクス半導体チップの効率は高い。このオプトエレクトロニクス半導体チップの効率は、放出光の出力パワーと、オプトエレクトロニクス半導体チップを動作させるための入力電力との商である。放出光の波長が約 4 4 0 nm であり、光出力パワーが 3 0 mW である場合、F o M 値が上記範囲外にある場合の効率は 6 % 未満となり、F o M 値がとりわけ 5 0 ~ 7 0 である場合の効率は 8 % 以上となる。波長が約 4 8 0 nm であり、出力パワーが 5 mW である場合、F o M 値が上記範囲外にある場合の効率は 0 . 5 % を下回り、F o M 値がとりわけ 5 0 ~ 7 0 である場合の効率は少なくとも 0 . 6 % であり、

10

20

30

40

50

有利には 0.8% となる。

【0080】

図18に示された実施例のオプトエレクトロニクス半導体チップ1では、活性量子井戸2の成長方向zにおいて2つのゾーンA₁、A₂におけるアルミニウム含有率kが異なるように調整されている。ゾーンA₁、A₂のアルミニウム含有率kおよび厚さは、活性量子井戸2が以下の条件を満たすように選択される：

【数15】

$$50 \leq \int (35 - k(z)) dz - 2.5N - 1.5 \int dz \leq 120$$

10

【0081】

図18の実施例でも、たとえば図15の実施例と同様に、非活性量子井戸を設けたり、活性量子井戸を複数設けたり、クラッド層およびバリア層を設けることができる。

【0082】

また、活性量子井戸2のゾーンAのアルミニウム含有率kの調整と、たとえば図1、2および4～15に示されたようなインジウム含有率cの調整とを併用することもできる。

【0083】

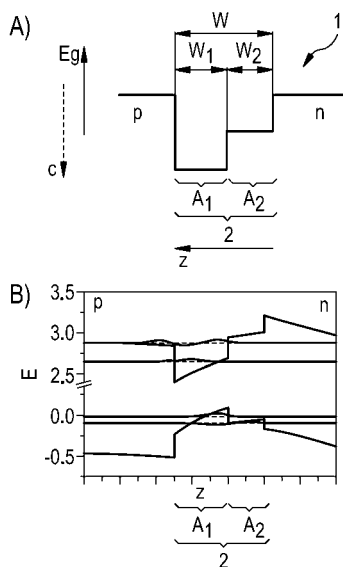
上記の本発明は、実施例に基づく上記説明によって限定されることはない。むしろ、本発明はあらゆる新規の特徴ならびにそれらの特徴のあらゆる組み合わせを含むものであり、これには殊に特許請求の範囲に記載した特徴のあらゆる組み合わせが含まれる。このことはこのような特徴またはこのような組み合わせ自体が特許請求の範囲あるいは実施例に明示的には記載されていない場合であっても当てはまる。

20

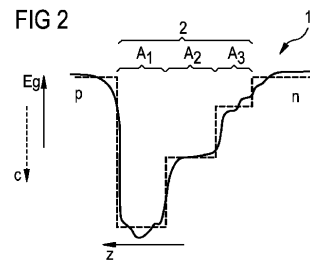
【0084】

本願は、独国特許出願第102009015569.4号の優先権を主張するものであり、その開示内容は引用により本願に含まれる。

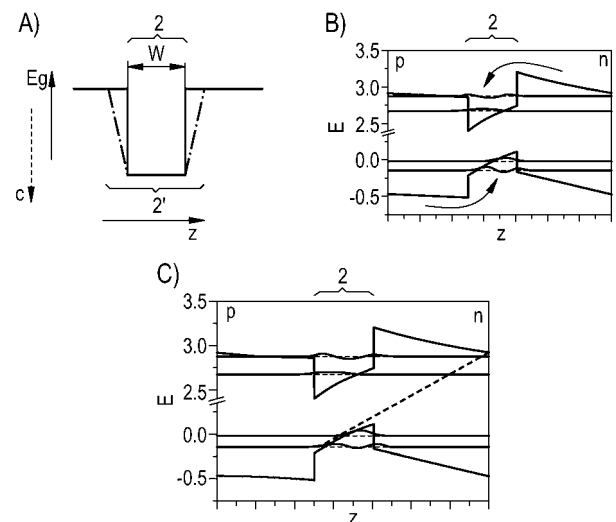
【図1】



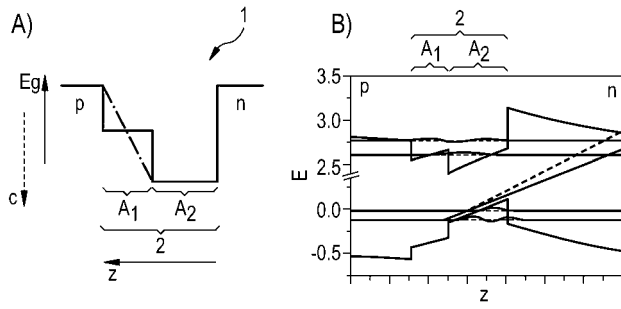
【図2】



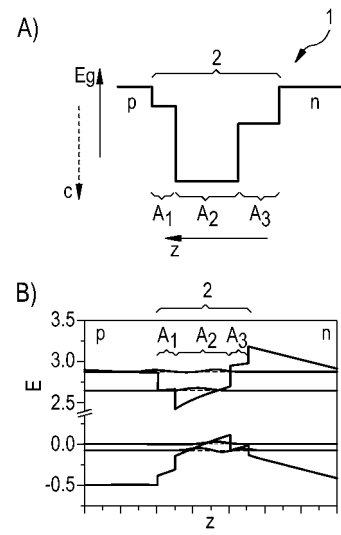
【図3】



【 図 4 】

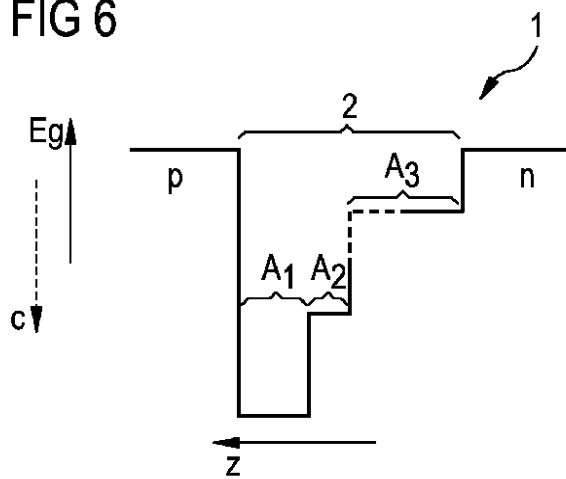


【 図 5 】



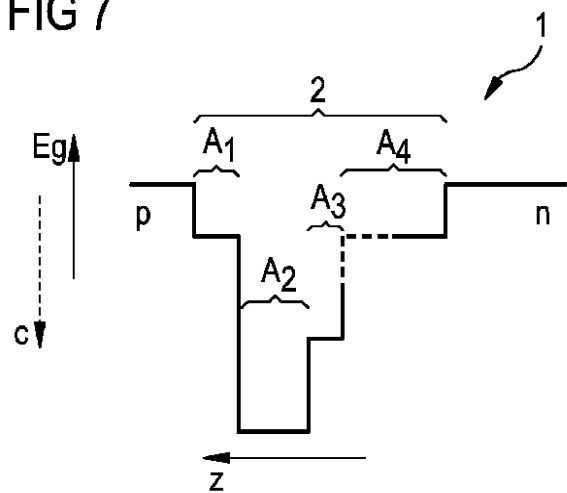
【 図 6 】

FIG 6



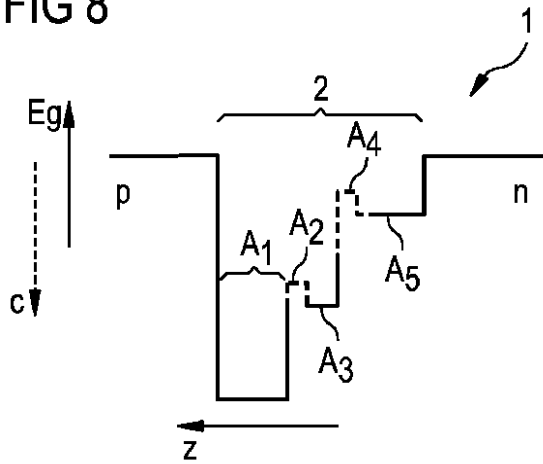
【 図 7 】

FIG 7



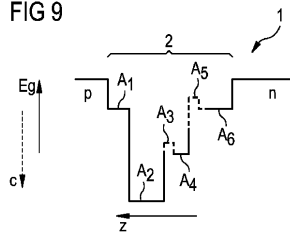
【 図 8 】

FIG 8



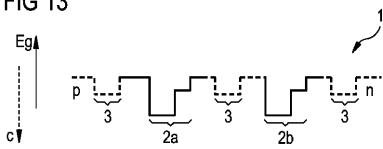
【 図 9 】

FIG 9



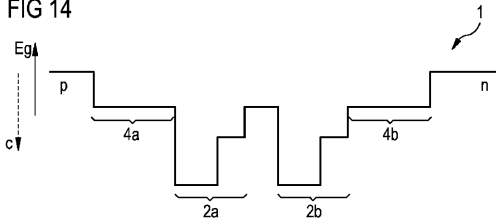
【 図 1 3 】

FIG 13



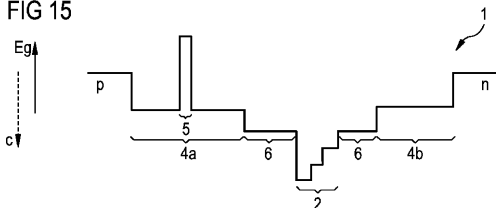
【 図 1 4 】

FIG 14



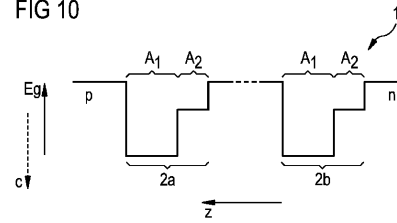
【 図 1 5 】

FIG 15



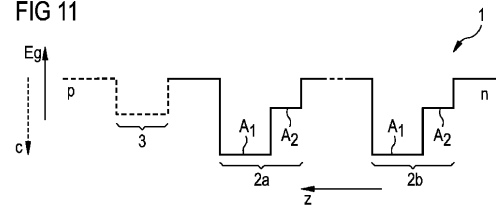
【 図 1 0 】

FIG 10



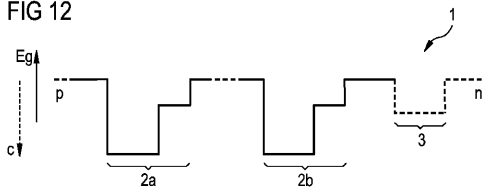
【 図 1 1 】

FIG 11



【 図 1 2 】

FIG 12



【 図 1 6 】

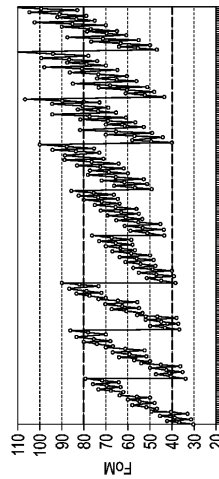


FIG 16

【図 17】

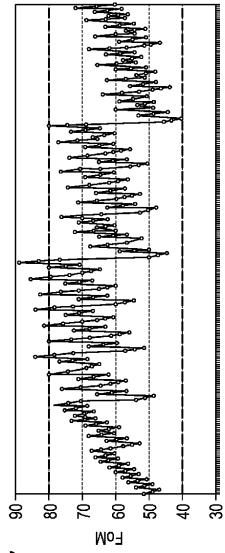
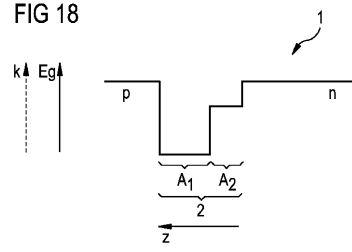


FIG 17

【図 18】

FIG 18



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/053047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L33/32 H01L33/06 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004 356256 A (SHARP KK) 16 December 2004 (2004-12-16)	1-4, 8, 9, 13, 14
Y	* abstract	6, 7,
A	paragraph [0045]	10-12
	paragraph [0050]; figures 1-3	5, 15
Y	EP 1 667 292 A1 (SONY CORP [JP]) 7 June 2006 (2006-06-07)	6
A	paragraph [0039] - paragraph [0053]; figures 1-3	1-5, 7-15
Y	WO 2007/023419 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; PHILIPS LUMILEDS LIGHTING CO [US]) 1 March 2007 (2007-03-01)	7, 12
A	page 3, line 19 - page 13, line 2; figures 1-13	1-6, 8-11, 13-15
----- -/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 9 August 2010		Date of mailing of the international search report 20/08/2010
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Krause, Joachim

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/053047

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2005/116216 A1 (HARLE VOLKER [DE] ET AL) 2 June 2005 (2005-06-02)	10, 11
A	paragraph [0021] - paragraph [0037]; figures 1-4	1-9, 12-15
A	----- US 2008/283822 A1 (YUI KEIICHI [JP]) 20 November 2008 (2008-11-20) paragraph [0025] - paragraph [0058]; figures 1-11	1-15
A	----- US 2007/241344 A1 (ADACHI KOICHIRO [JP] ET AL) 18 October 2007 (2007-10-18) paragraph [0030] - paragraph [0062]; figures 1-8	1-15
A	----- DE 10 2007 044439 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 19 March 2009 (2009-03-19) paragraph [0059] - paragraph [0128]; figures 1-11	1-15
A	----- US 2008/315179 A1 (KIM TAE YUN [KR] ET AL) 25 December 2008 (2008-12-25) paragraph [0016] - paragraph [0071]; figures 1-6	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/053047

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2004356256	A	16-12-2004	JP 4412918 B2	10-02-2010
EP 1667292	A1	07-06-2006	WO 2005020396 A1	03-03-2005
			KR 20060114683 A	07-11-2006
			US 2008217632 A1	11-09-2008
WO 2007023419	A1	01-03-2007	CN 101297410 A	29-10-2008
			EP 1922766 A1	21-05-2008
			JP 2007067418 A	15-03-2007
			KR 20080040770 A	08-05-2008
			US 2007045638 A1	01-03-2007
			US 2009261361 A1	22-10-2009
			US 2007145384 A1	28-06-2007
US 2005116216	A1	02-06-2005	US 2006289854 A1	28-12-2006
US 2008283822	A1	20-11-2008	JP 2008288397 A	27-11-2008
US 2007241344	A1	18-10-2007	JP 2007281399 A	25-10-2007
DE 102007044439	A1	19-03-2009	WO 2009036730 A2	26-03-2009
US 2008315179	A1	25-12-2008	KR 20090002214 A	09-01-2009

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/053047

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L33/32 H01L33/06
 ADD.

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2004 356256 A (SHARP KK) 16. Dezember 2004 (2004-12-16)	1-4,8,9, 13,14
Y	* Zusammenfassung	6,7,
A	Absatz [0045]	10-12
	Absatz [0050]; Abbildungen 1-3	5,15
Y	EP 1 667 292 A1 (SONY CORP [JP]) 7. Juni 2006 (2006-06-07)	6
A	Absatz [0039] - Absatz [0053]; Abbildungen 1-3	1-5,7-15
Y	WO 2007/023419 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; PHILIPS LUMILEDS LIGHTING CO [US]) 1. März 2007 (2007-03-01)	7,12
A	Seite 3, Zeile 19 - Seite 13, Zeile 2; Abbildungen 1-13	1-6, 8-11, 13-15
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. August 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/08/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Krause, Joachim

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/053047

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2005/116216 A1 (HARLE VOLKER [DE] ET AL) 2. Juni 2005 (2005-06-02)	10, 11
A	Absatz [0021] - Absatz [0037]; Abbildungen 1-4	1-9, 12-15
A	US 2008/283822 A1 (YUI KEIICHI [JP]) 20. November 2008 (2008-11-20)	1-15
	Absatz [0025] - Absatz [0058]; Abbildungen 1-11	
A	US 2007/241344 A1 (ADACHI KOICHIRO [JP] ET AL) 18. Oktober 2007 (2007-10-18)	1-15
	Absatz [0030] - Absatz [0062]; Abbildungen 1-8	
A	DE 10 2007 044439 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 19. März 2009 (2009-03-19)	1-15
	Absatz [0059] - Absatz [0128]; Abbildungen 1-11	
A	US 2008/315179 A1 (KIM TAE YUN [KR] ET AL) 25. Dezember 2008 (2008-12-25)	1-15
	Absatz [0016] - Absatz [0071]; Abbildungen 1-6	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/053047

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2004356256 A	16-12-2004	JP 4412918 B2	10-02-2010
EP 1667292 A1	07-06-2006	WO 2005020396 A1	03-03-2005
		KR 20060114683 A	07-11-2006
		US 2008217632 A1	11-09-2008
WO 2007023419 A1	01-03-2007	CN 101297410 A	29-10-2008
		EP 1922766 A1	21-05-2008
		JP 2007067418 A	15-03-2007
		KR 20080040770 A	08-05-2008
		US 2007045638 A1	01-03-2007
		US 2009261361 A1	22-10-2009
		US 2007145384 A1	28-06-2007
US 2005116216 A1	02-06-2005	US 2006289854 A1	28-12-2006
US 2008283822 A1	20-11-2008	JP 2008288397 A	27-11-2008
US 2007241344 A1	18-10-2007	JP 2007281399 A	25-10-2007
DE 102007044439 A1	19-03-2009	WO 2009036730 A2	26-03-2009
US 2008315179 A1	25-12-2008	KR 20090002214 A	09-01-2009

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100112793

弁理士 高橋 佳大

(74)代理人 100114292

弁理士 来間 清志

(74)代理人 100128679

弁理士 星 公弘

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100156812

弁理士 篠 良一

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 アドリアン シュテファン アヴラメスク

ドイツ連邦共和国 レーゲンスブルク フリードリヒ・エーバート・シュトラッセ 11 ベー

(72)発明者 デジレ クヴェーレン

ドイツ連邦共和国 ノイトラウプリング ゲアトナープラッツ 7

(72)発明者 クリストフ アイヒラー

ドイツ連邦共和国 テーガンハイム リヒャート・ヴァーグナー・シュトラッセ 2

(72)発明者 マティアス ザパティール

ドイツ連邦共和国 レーゲンスブルク グラスプレーザーシュトラッセ 2

(72)発明者 シュテファン ルートゲン

ドイツ連邦共和国 ペテンドルフ アム ヒアテナッカー 11

(72)発明者 ウーヴェ シュトラウス

ドイツ連邦共和国 パート アップバッハ エーリヒ・ケストナー・シュトラッセ 32

Fターム(参考) 5F041 AA03 CA04 CA05 CA40 FF11