

(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2009-545865

(P2009-545865A)

(43) 公表日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(51) Int.Cl. F1 テーマコード(参考)
H01L 33/00 (2006.01) H01L 33/00 112 5F041

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2009-522085 (P2009-522085)
(86) (22) 出願日 平成19年7月27日(2007.7.27)
(85) 翻訳文提出日 平成21年1月29日(2009.1.29)
(86) 国際出願番号 PCT/DE2007/001349
(87) 国際公開番号 W02008/014772
(87) 国際公開日 平成20年2月7日(2008.2.7)
(31) 優先権主張番号 102006035627.6
(32) 優先日 平成18年7月31日(2006.7.31)
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

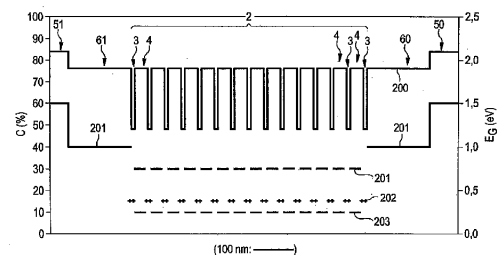
(71) 出願人 599133716
オスラム オプト セミコンダクターズ
ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ
ル ハフツング
Osram Opto Semicond
uctors GmbH
ドイツ連邦共和国、93055 レーゲン
スブルグ、ライプニッツシュトラッセ 4
Leibnizstrasse 4, D
-93055 Regensburg,
Germany
(74) 代理人 100061815
弁理士 矢野 敏雄
(74) 代理人 100094798
弁理士 山崎 利臣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LED半導体基体

(57) 【要約】

半導体層列を備えたLED半導体基体であって、該半導体層列は放射を生成するために設定されている量子構造を含んでおり、該量子構造は少なくとも1つの量子層および少なくとも1つのバリヤ層を備え、量子層およびバリヤ層は相互に反対の極性によって応力が加わっているLED半導体基体を提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体層列を備えた L E D 半導体基体 (1) であって、該半導体層列はノンコヒーレントな放射を生成するように設定されている量子構造 (2) を含んでおり、該量子構造は少なくとも 1 つの量子層 (3) および少なくとも 1 つのバリヤ層 (4) を備え、

前記量子層 (3) およびバリヤ層 (4) は相互に反対の極性によって応力が加わっている

L E D 半導体基体。

【請求項 2】

当該 L E D 半導体基体 (1) は薄膜半導体基体として実現されている

10

請求項 1 記載の L E D 半導体基体。

【請求項 3】

前記量子層 (3) は圧縮応力が加わっておりかつ前記バリヤ層 (4) は引っ張り応力が加わっている

請求項 1 または 2 記載の L E D 半導体基体。

【請求項 4】

前記バリヤ層 (4) の応力は前記量子層 (3) の応力より絶対値でみて小さい

請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の L E D 半導体基体。

【請求項 5】

前記バリヤ層 (4) の応力の値は含む 0 . 2 および含む 0 . 6 7 の値、有利には含む 0 . 3 3 および前記量子層 (3) の応力の絶対値の含む 1 / 2 の間の値を有している

20

請求項 4 記載の L E D 半導体基体。

【請求項 6】

前記バリヤ層 (4) の厚さの、前記量子層 (3) の厚さに対する比は 1 より大きいまたは 1 に等しく、有利には 1 . 5 より大きいまたは 1 . 5 に等しく、特別有利には 2 . 5 より大きいまたは 2 . 5 に等しい

請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の L E D 半導体基体。

【請求項 7】

前記バリヤ層 (4) の厚さは 5 n m またはそれ以上、有利には 1 0 n m またはそれ以上、特別有利には 2 0 n m またはそれ以上である

30

請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載の L E D 半導体基体。

【請求項 8】

前記量子層 (3) は $In_y Ga_{1-y}As$ 、ただし $0 < y < 0.5$ 、有利には $0.05 < y < 0.3$ 、特別有利には $0.1 < y < 0.2$ を含んでいる

請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載の L E D 半導体基体。

【請求項 9】

前記応力がかけられている層 (4) は $Al_x In_y Ga_{1-x-y}As_{1-z}P_z$ 、ただし $0 < x < 1$ 、有利には $0.1 < x < 0.6$ 、特別有利には $0.2 < x < 0.4$ および / または $0 < z < 0.5$ 、有利には $0.03 < z < 0.3$ 、有利には $0.05 < z < 0.2$ を含んでいる

40

請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載の L E D 半導体基体。

【請求項 10】

前記量子構造 (2) は 1 つの別の量子層 (3) および 1 つの別のバリヤ層 (4) を有しておりかつこれら別の量子層 (3) および別のバリヤ層 (4) は同様に相互に反対の極性によって応力がかけられている

請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項記載の L E D 半導体基体。

【請求項 11】

前記別の量子層 (3) および / または別のバリヤ層 (4) は請求項 3 から 9 までのいずれか 1 項記載の特徴に従って実現されている

請求項 10 記載の L E D 半導体基体。

50

【請求項 12】

前記応力が加わっている量子層(3)および前記応力が加わっているバリヤ層(4)は前記量子構造において交番する順序で上下に配置されている

請求項10または11記載のLED半導体基体。

【請求項 13】

前記量子構造(2)の平均応力は2000ppmまたはそれ以下、有利には1000ppmまたはそれ以下、特別有利には500ppmまたはそれ以下である

請求項1から12までのいずれか1項記載のLED半導体基体。

【請求項 14】

前記半導体基体(1)は支持体(70)に配置されている

請求項1から13までのいずれか1項記載のLED半導体基体。

【請求項 15】

前記支持体(70)は前記半導体基体(1)の成長基板とは異なっている

請求項14記載のLED半導体基体。

【請求項 16】

前記支持体(70)と前記半導体基体(1)との間にミラー層(72)が配置されている

請求項14または15記載のLED半導体基体。

【請求項 17】

前記ミラー層(72)は金属性の実現されている

請求項16記載のLED半導体基体。

【請求項 18】

前記量子構造(2)は、含む750nmないし含む1050nmの波長領域にあるピークは長を有する放射を生成するように設定されている

請求項1から17までのいずれか1項記載のLED半導体基体。

【請求項 19】

前記量子構造は、該量子構造(2)によって生成される放射のスペクトルの半値幅が70nmまたはそれ以下、有利には60nmまたはそれ以下、特別有利には50nmまたはそれ以下であるように実現されている

請求項1から18までのいずれか1項記載のLED半導体基体。

【請求項 20】

前記量子構造(2)は、4つの量子層(3)またはそれ以上、有利には10の量子層またはそれ以上を有している

請求項1から19までのいずれか1項記載のLED半導体基体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射を生成するように設定されているLED半導体基体に関する。

【0002】

本願は、独国出願第102006035627、6号明細書の優先権を主張するものであり、その開示内容は参照により本願に含まれる。

【0003】

LED半導体基体において内部の量子効率、すなわち半導体基体において生成されたフォトンの、半導体基体に注入される電子-ホール対に対する比はしばしば理想値1より著しく下方にある。

【0004】

本発明の課題は、改善された特性を有するLED半導体基体を提供することである。殊に、内部量子効率が高められかつLED半導体基体の作動中に放射される放射のスペクトル幅が低減されるようにしたい。更に、作動電流が高い場合の作動電流に関して放射される放射の出力の線形性が改善されるようにしたい。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

この課題は、請求項 1 の特徴を備えた L E D 半導体基体によって解決される。

【 0 0 0 6 】

本発明の L E D 半導体基体の実施形態において、L E D 半導体基体はノンコヒーレントな放射を生成するように設定されている、少なくとも 1 つの量子層および少なくとも 1 つのバリヤ層を備えた量子構造を含んでいる半導体層列を有している。その際量子層およびバリヤ層は相互に反対の極性を以て応力がかけられている。

【 0 0 0 7 】

バリヤ層は、量子層の応力とは反対の極性を有している応力を有しているので、量子層の応力はバリヤ層の応力を用いて補償することができる。このために、半導体層列の結晶品質を改善することができる。強く応力をかけられた量子層に増大的に形成される転位をこうして有利にも低減することができる。

【 0 0 0 8 】

半導体の真性格子（イントリンシックゲッテリング）定数は通例、半導体の材料組成に依存している。半導体層が十分薄い場合に、半導体層の格子定数は半導体材料の相応する真性格子定数とは異なっている可能性がある。

【 0 0 0 9 】

半導体層は本発明の枠内において殊に、参照層に例えばエピタキシャルに析出された場合、ラテラル方向において、すなわち析出の方向に対して垂直である方向において半導体層の真性格子定数とは異なっている格子定数を有する半導体層が生じるときに応力が加わっていると見なされる。その際応力が加わっている半導体層の格子定数は参照層の格子定数に等しい。

【 0 0 1 0 】

参照層は殊に、半導体層の析出が行われた成長基板、またはその格子定数が半導体緩衝層の真性格子定数とは異なっていないまたは殆ど異なっていない半導体層緩衝層であってよい。

【 0 0 1 1 】

上で説明したように、ラテラルな方向において参照層の格子定数を有しておりかつ応力が転位の形において低減されないまたは非常に僅かな部分しか低減されない応力が加わっている半導体層はソードモルフィックとも称される。

【 0 0 1 2 】

格子定数とその真性格子定数より小さい半導体層は圧縮応力が加わっているまたは正方向に（ポジティブ）応力が加わっていると称される。

【 0 0 1 3 】

これに類似して、格子定数とその真性格子定数より大きい半導体層は引っ張り緊張されたまたはマイナス方向に（ネガティブ）緊張されたと称される。

【 0 0 1 4 】

従って圧縮応力が加わっている、すなわち正方向に応力が加わっている半導体層および引っ張り応力が加わっている、すなわち反対方向に応力が加わっている半導体層は相互に反対の極性を有する応力を有している。

【 0 0 1 5 】

半導体層の累加された応力は反対の極性を有する応力をもったその上またはその下に存在している半導体層によって部分的にまたは完全に補償することができるので、このことは応力補償とも称される。n 個の上下に配置されて応力が加わっている半導体層の応力に対する尺度は、次式

10

20

30

40

【数 1】

$$V_o = \frac{\sum_{l=1}^n f_l d_l}{\sum_{l=1}^n d_l}$$

によって与えられている所謂平均応力であり、ここで f_i は 1 番目の半導体層の応力でありかつ d_i は 1 番目の半導体層の厚さである。積 $f_1 \cdot d_1$ は 1 番目の半導体層の応力および層厚の積である。その際応力 f_1 は次式

10

【数 2】

$$f_l = \frac{g_l - g_0}{g_0}$$

によって与えられており、ここで g_i は 1 番目の半導体層の真性格子定数でありかつ g_0 は参照層の格子定数であり、従って応力が加わっている半導体層の実際の格子定数である。

【0016】

層厚および応力が適当に選定されていれば、応力が加わっている半導体層の平均応力を部分的にまたは完全に、すなわち簡単に 0 の値に補償することができる。

20

【0017】

この応力補償を用いて、高い結晶品質を有する比較的厚い半導体層スタックを析出することが可能である。こうして強く応力が加わっている層においてより多く発生する転位のような結晶欠陥を有利にも低減することができる。

【0018】

有利な実施形態において、量子構造は少なくとも 1 つの別の量子層および少なくとも 1 つの別のバリヤ層を有しており、その際別の量子層およびバリヤ層は相互に反対の極性で応力が加わっている。

【0019】

有利には、LED 半導体基体は 4 つの量子層またはそれ以上、特別有利には 10 の量子層またはそれ以上、例えば 15 の量子層を有している。

30

【0020】

このように高い数の量子層は、LED 半導体基体が作動中高い電流において、殊に 0.5 A より上の電流において改善された線形性によって特徴付けられるという利点を有している。このことは、LED 半導体基体において生成される放射の放射出力が作動電流が上昇する際の高い電流においても作動電流とともに上昇することを意味している。量子層の数が高くなればなるほど、作動電流の値は高く、その値まで、LED 半導体基体において生成される放射の放射出力は作動電流とともに上昇する。

【0021】

有利な形態において量子構造は含む 750 nm 乃至含む 1050 nm の波長領域にあるピーク波長を有する放射を生成するように設定されている。このスペクトル領域、殊に人間の目の感度外のその成分は例えば、送信機および受信機を有するセンサシステムに対して有利である。というのは、人間の目は送信機の放射によって妨害されないからである。

40

【0022】

有利な実施形態において量子構造は、量子構造によって生成される放射の放出スペクトルの半値幅が 70 nm またはそれ以下、有利には 60 nm またはそれ以下、特別有利には 50 nm またはそれ以下、例えば含む 40 および含む 45 nm の間にあるように実現されている。この場合半値幅とは、最大値に関連した 1/2 の放射出力 (FHM = full width at half maximum) において放出される放射の完全なスペクトル幅の謂いである。

50

【 0 0 2 3 】

送信機としての狭帯域放出形 L E D により、送信機および受信機を有するセンサシステムを簡単に実現することができる。更に、赤外線近傍におけるできるだけ僅かなスペクトル幅を有する放出スペクトルが有利である。というのは、可視光のスペクトル領域にあるスペクトルの異常値を低減することができるからである。人間の目が幻惑されるのをこうして簡単に回避することができる。

【 0 0 2 4 】

有利な実施形態において、少なくとも 1 つの量子層は圧縮応力がかかっておりかつバリヤ層は引っ張り応力が加わっている。引っ張り応力が加わっているバリヤ層を用いて、量子層の圧縮応力を完全にまたは少なくとも部分的に補償することができる。量子層の応力および層厚の積の絶対値がバリヤ層の応力および層厚の積の絶対値に等しく、これら積が異なっている極性を有していれば、応力の完全な補償が行われる。これにより有利にも、L E D 半導体基体の高い結晶品質を実現することができる。転位のような結晶欠陥の形成を低減することができる。

10

【 0 0 2 5 】

殊に、応力補償が、量子層の厚さの合計が量子層に対する臨界層厚の上方にある半導体層列の製造を可能にする。その際半導体層の臨界層厚は半導体層のソードモルフィック成長に対する材料固有の上限である。臨界層厚の上方では、結晶品質を低減する、転位の形の応力の低下が典型的である。量子層の応力が補償されていない半導体層列に対して、応力補償により量子層の数を高めることができる。

20

【 0 0 2 6 】

別の有利な実施形態において、少なくとも 1 つのバリヤ層の応力は量子層の応力より絶対値でみて小さい。有利にはバリヤ層の応力の絶対値は含む 0 . 2 および含む 0 . 6 7 の値、有利には含む 0 . 3 3 および量子層の応力の絶対値の含む 0 . 5 の間にある。この場合バリヤ層は量子層の応力の補償のために有利には量子層より相応に厚い。

【 0 0 2 7 】

有利な発展形態において、バリヤ層の厚さの、量子層の厚さに対する比は 1 より大きいまたは 1 に等しく、有利には 1 . 5 より大きいまたは 1 . 5 に等しく、特別有利には 2 . 5 より大きいまたは 2 . 5 に等しく、例えば 3 までである。

【 0 0 2 8 】

2 つの隣接する量子層の間に配置されているバリヤ層の厚さが量子層の個別厚さより大きい量子構造において、量子層に形成される量子化されたキャリアの状態が、隣接した量子層の状態から簡単に減結合されるようにすることができる。この減結合により、スペクトル的に狭帯域の放射の生成は量子構造を用いて容易になる。

30

【 0 0 2 9 】

有利な発展形態において、バリヤ層の厚さは 5 n m またはそれ以上、有利には 1 0 n m またはそれ以上、特別有利には 2 0 n m またはそれ以上である。バリヤ層の厚さが増大するに従って、バリヤ層を用いて相互に分離されている 2 つの量子層が相互に特別良好に減結合されるようにすることができる。

【 0 0 3 0 】

有利な実施形態において、量子層およびバリヤ層は量子構造において交番する順序で上下に配置されている。その際バリヤ層は有利にはそれぞれ、量子層の応力および層厚の積がそれぞれ、後続のバリヤ層の応力および層厚の積によって完全にまたは実質的に完全に補償されるように実現されている。このことにより、量子構造の平均応力は低減されることになる。こうして有利にも、応力補償されていない半導体層列に比べて比較的厚い、高い結晶品質を有している量子構造を実現することができる。

40

【 0 0 3 1 】

殊に、量子構造において生じる転位の数を低減することができる。これにより、量子構造においてこの種の転位に非放射再結合するキャリアの数を低減することができる。このことで結果的に有利にも、半導体基体の作動中の内部量子効率が高められることになる。

50

【0032】

有利な発展形態において、LED半導体基体はIII-V族半導体材料、例えば $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 、ただし $0 < y < 1$ 、有利には $y = 0$ を含んでいる。有利には少なくとも1つの量子層は $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 、ただし $0 < y < 0.5$ 、有利には $0.05 < y < 0.3$ 、特別有利には $0.1 < y < 0.2$ を含んでいる。 $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ の場合、真性格子定数はインジウム含有量が増えるに従って大きくなる。従って、GaAsに関連した $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 半導体層の圧縮応力は同様に、インジウム含有量が増加するに従って増加する。その際圧縮応力が加わっている $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 半導体層は析出方向においてラテラルな方向におけるよりも大きな格子定数を有している。

【0033】

$\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 含有量子層を有するLED半導体基体は、含む750nm乃至含む1050nmの波長領域において殊に、高い量子効率によって特徴付けられていると言える。

【0034】

バリア層は例えば、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-z}\text{P}_z$ 、ただし $0 < x < 1$ および $0 < z < 1$ 、有利には $z = 0$ を含んでいることができる。この形式の半導体層の真性格子定数は燐含有量が増えるに従って低下し、その際引っ張り応力のかかっている $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-z}\text{P}_z$ 半導体の場合、析出方向における格子定数はラテラルな方向における格子定数より小さい。GaAsに関連して、引っ張り応力は燐含有量が増えるに従って増大するので、燐含有量の変化を介して、圧縮応力が加わっている $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 含有の半導体層の応力を $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-z}\text{P}_z$ 半導体層を用いて補償することができる。更に、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-z}\text{P}_z$ 半導体層のバンドギャップをアルミニウム含有量を介して調整することができる。1つの $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 量子層および2つの $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-z}\text{P}_z$ バリア層を用いて形成されている量子井戸の場合、アルミニウム含有量を変えることで、量子井戸のエネルギー深度を簡単に調整することができる。

【0035】

例えばMBEまたはMOVPEを用いて半導体層を例えばエピタキシャルに析出するための成長基板として、GaAs基板を使用することができる。

【0036】

勿論、多数の量子層および多数のバリア層を有しているLED半導体基体では、複数の量子層および/またはバリア層またはすべての量子層および/またはバリア層も上に説明した有利な実施形態で示した特徴を有していることができる。

【0037】

有利な実施形態において、量子層は2つの被覆層の間に埋め込まれており、その際被覆層の1つが参照層を形成することができる。特別有利には、一方の被覆層はpドープングされてかつ他方の被覆層はnドープングされて実現されている。すなわち、LED半導体基体はPINダイオード構造の形に実現されていてよく、その際量子構造は有利には真性の実現されている。

【0038】

少なくとも1つの被覆層は有利には、バリア層のバンドギャップより大きいバンドギャップを有している。従って量子構造に存在しているキャリアに対して、被覆層は電位障壁を表すことになる。電位障壁のために、キャリアはそこで、量子層から被覆層に達することが妨げられることになる。こうして量子構造内のキャリアの放射再結合は促進される。

【0039】

別の有利な実施形態において、量子構造の平均応力は2000ppm(parts per million)またはそれ以下であり、有利には1000ppmまたはそれ以下、特別有利には500ppmまたはそれ以下である。量子構造の平均応力が低ければ低いほど、量子構造の結晶品質はますます高くなることになる。

【0040】

10

20

30

40

50

特別有利な実施形態において、LED半導体基体は薄膜半導体基体として実現されている。薄膜半導体基体では従来の半導体基体に比べて、半導体基体の半導体層列が例えばエピタキシャルに析出されている成長基板は完全にまたは領域的に薄膜化されておりまたは完全にまたは領域的に除去されている。このことは例えば機械的におよび/または化学的におこなうことができる。このためにレーザ分離法もまたはレーザ剥離法も適している。

【0041】

薄膜半導体チップは薄膜半導体基体および支持体を含んでいることができ、その際半導体基体は支持体に配置されておりかつ有利には固定されている。支持体は殊に、半導体基体の成長基板とは異なっている。支持体は半導体基体の機械的な安定化のために用いることができる。このために成長基板はもはや必要ではなくかつ半導体基体を損傷させるおそれほとんどなく薄膜化または除去することができる。

10

【0042】

有利には支持体は成長基板に比べて、結晶純度に関する高度な要求を充足する必要はなく、むしろ例えば機械的な安定性、光学的、熱的または電氣的な特性のような別の判断基準に関連して選択することができる。

【0043】

薄膜半導体チップ、例えば薄膜LEDチップは更に、次の特徴の少なくとも1つによって特徴付けられていてよい：

- 活性ゾーンを含んでいる半導体層列、殊にエピタキシャル層列の、支持体エレメントの方を向いている第1の主要面に、ミラー層が被着されているかまたは、例えばブラグミラーとして半導体層列に集積されて形成されており、該ミラーは半導体層列において生成される放射の少なくとも部分を該半導体層列に戻し反射し、

20

- 半導体層列は20 μm またはそれ以下の領域、殊に10 μm の領域における厚さを有している、および/または

- 半導体層列は理想の場合には、半導体層列における光の近似的にエルゴード的分布を招来する混合構造を有している少なくとも1つの面を有している少なくとも1つの半導体層を含んでおり、すなわち半導体層列はできるだけエルゴード的なストイキオ散乱特性を有している。

【0044】

薄膜発光ダイオードチップの基本原理は例えば、I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63 (16), (1993年10月18日第2174~2176頁)に記載されており、その開示内容はこれを持って本発明に参照により取り込まれる。

30

【0045】

有利な実施形態において、半導体基体にミラー層が配置されている。特別有利にはミラー層は、支持体と半導体基体との間に実現されている。ミラー層は更に有には、金属性の実現されている。例えばミラー層は金属性のミラー層Au, Ag, Al, Ptまたはこれら材料の少なくとも1つを有している合金を含んでいることができる。例えばAuは赤色および赤外線スペクトル領域における特別高い反射性によって特徴付けられている。

【0046】

量子構造において生成されかつ支持体の方向に延在している放射はミラー層において反射されかつ該ミラー層とは反対の側の、出射面を形成している、半導体チップの上表面で半導体チップから出力結合されるようになっている。だから出射面を通して出力結合される放射成分は有利には高められる。更に、ミラー層は支持体材料による放射の吸収を事前に防ぐことができる。こうして支持体材料の選択に際する自由度は大幅に高められている。

40

【0047】

本発明の別の特徴、有利な形態および好適例は図と関連した実施例の以下の説明から明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0048】

50

【図 1】本発明の L E D 半導体基体を備えた L E D 半導体チップの断面略図

【図 2】本発明の L E D 半導体基体の実施例に対するバンドギャップおよび材料組成の特性経過を L E D 半導体基体周辺の部分について略示する線図

【 0 0 4 9 】

同じ、同じ形式および同じ作用をするエレメントには各図において同じ参照符号が付されている。

【 0 0 5 0 】

図 1 には、本発明の半導体基体 1 を備えた L E D 半導体チップ 1 1 の構成が断面にて示されてる。L E D 半導体基体 1 は、量子構造 2 を含んでる半導体層列によって形成されている。この量子構造は例えば 4 つの量子層を有しており、その際それぞれ 2 つの隣接する量子層の間にそれぞれバリヤ層が配置されている。量子層の数が n の場合、バリヤ層の数は通例は $n - 1$ である。しかし図 1 の実施例とは異なって、バリヤ層の数が $n + 1$ であっても構わない。

10

【 0 0 5 1 】

量子構造 2 は第 1 の被覆層 5 0 と第 2 の被覆層 5 1 との間に配置されている。放射出力結合面 1 0 は第 1 の被覆層 5 0 の上表面を用いて形成されている。

【 0 0 5 2 】

L E D 半導体チップ 1 1 は薄膜半導体チップとして実現されている。その際 L E D 半導体基体 1 は L E D 半導体チップ 1 1 の支持体 7 0 に配置されている。この支持体 7 0 は半導体基体 1、殊に半導体層列に対する成長基板とは異なっている。半導体基体を製造する際の成長基板への半導体層列の析出は有利にはエピタキシャルに、例えば M B E または M O V P E を用いて行われる。従って支持体は結晶の純度に関して成長基板に対する高い要求を充足している必要はなく、例えば熱放出特性および / または導電性に関して最適に実現されていけばよい。それ故に半導体基体に対する成長基板が製造期間中解離されている薄膜半導体チップは、半導体チップに生じる損失熱が比較的高い高出力 L E D 半導体チップに特別適している。

20

【 0 0 5 3 】

更に、支持体は成長基板の除去後の半導体層列の機械的な安定のために用いられる。その際成長基板の除去は例えば機械的および / または化学的に完全にまたは領域的に除去されるまたは薄膜化されるようにすることができる。このためにレーザ分離法またはレーザ剥離法を使用することができる。有利には、成長基板は完全に除去されている。それ故に図 1 には成長基板は図示されていない。

30

【 0 0 5 4 】

有利には支持体は比較的高い熱伝導率を有している。例えば、支持体はゲルマニウムを含んでいてよいし、ゲルマニウムから成っていてもよい。GaAs 支持体も使用することができる。支持体が半導体材料を含んでいるまたは支持体が半導体材料から成っているのであれば、支持体は有利には導電性を高めるために適当にドーピングされている。

【 0 0 5 5 】

半導体基体 1 と支持体 7 0 との間にミラー層 7 2 が配置されている。これは有利には半導体基体上に被着されている。量子構造に L E D 半導体基体の作動中生成されかつ支持体 7 0 の方向に放射される放射はミラー層によって反射されるようにすることができる。これにより、量子構造から見てミラー層に後設されている構造、例えば支持体での吸収が回避される。ミラー層は金属または金属合金を含んでいるかまたは金属性の実現されていてよい。例えばミラー層は金、銀、アルミニウム、白金またはこれら材料の少なくとも 1 つを有する合金を含んでいることができるかまたはこの種の材料またはこの種の合金から成っていてよい。例えば金は、黄色、オレンジ、赤乃至赤外線のスเปクトル領域において特別高い反射性によって特徴付けられている。半導体基体に集積されていることができるブラグミラーと比べて、メタルベースまたは金属性の合金ベースのミラー層は比較的幅広のスเปクトル領域における高い反射性によって特徴付けられている。反射の、放射がミラー層に衝突する角度に対する依存性も、メタルベースまたは金属性の合金ベースのミラー層

40

50

の場合、ブラグミラーと比較して有利にも低減させることができる。それ故に金属層または合金層として実現されているミラー層はブラグミラーに対して有利である。量子構造 2 において生成されかつミラー層に衝突する放射をこうして効率よく反射層によって反射させることができる。その結果、放射出力結合面 10 から出射する放射出力を有利にも高めることができる。

【0056】

LED 半導体チップ 11 の作製の際に、金属の析出またはミラー層の合金の形成は予め作製された半導体基体 1 に、殊に半導体基体の析出の終了後に行われる。ミラー層 72 を製造する適当な方法は例えばスパッタリングまたは蒸着である。

【0057】

更に、ミラー層 72 と支持体 70 との間に接続層 71 が形成されている。この接続層は半導体基体 1 を支持体に固定するために用いられる。接続層は有利には導電性の実現されておりかつ例えばはんだ層として実現されていてよい。

【0058】

更に、支持体 70 の、LED 半導体チップとは反対の方の側にコンタクト 75 が配置されている。このコンタクト並びに放射出力結合面 10 に配置されているコンタクト 76 を用いて、LED 半導体基体 1 は電氣的に接続可能である。こうして LED 半導体基体の作動中、これらコンタクトを用いて、放射の生成のために設けられている量子構造 2 にキャリアを注入することができる。コンタクト 75 および / またはコンタクト 76 は有利には金属性または金属合金として実現されている。例えばコンタクトは材料 Au, Ni, Ti, Pt, Al, Ag の 1 つまたはこれら材料の少なくとも 1 つを有する合金を含んでいてよいまたはこれらから成っていてもよい。勿論、コンタクト 75 および / またはコンタクト 76 は場合によっては多層に実現されていてよい。

【0059】

択一的にまたは補足的に、コンタクトは少なくとも 1 つの放射透過性であって導電性の金属酸化物 (TCO = Translucent Conductive Oxide) 材料、例えば ITO (Indium Tin Oxide) を含んでいるかまたはこれらから成っていてもよい。

【0060】

コンタクト 75 および 76 の製造は例えばスパッタリングまたは蒸着を用いて、有利には予め作製された半導体基体 1 に対して行うことができる。

【0061】

LED 半導体基体は例えば、PIN ダイオード構造として実現されていてよい。その際例えば、第 1 の被覆層 50 は p 導電性にドーピングされかつ第 2 の被覆層 51 は n 導電性にドーピングされていてよいが、その逆であってもよい。量子構造 2 の半導体層、量子構造と第 1 の金属層 50 との間に有利には配置されている中間層並びに量子構造と第 2 の金属層 50 との間に有利には配置されている中間層 61 は有利にはドーピングされずに実現されている。LED 半導体チップの作動中、量子構造に注入されたキャリアの再結合により、ノンコヒーレントな放射の自然放出が行われる。この場合キャリアの放射性再結合は有利には量子層において行われる。

【0062】

量子層 3 およびバリヤ層 4 は相互に反対の極性に応力が加わっている。例えば量子層は圧縮応力が、すなわち正方向に応力が加わっており、かつバリヤ層は引っ張り応力が、すなわち負方向に応力が加わっているとしてよい。応力が加わっている量子層 3 を有する LED 半導体基体 1 において、結晶欠陥、例えば転位の拡散が低減されるようにすることができる。LED 半導体基体の劣化、ひいてはこれに結びついている、作動持続時間が増大するに従って半導体基体から放射される放射出力の低下を有利にも低減することができる。つまり、応力が加わっている量子層を有する LED 半導体基体は改善された光エージング特性によって特徴付けられていると言える。

【0063】

量子層 3 の応力とは反対の極性を有するバリヤ層 4 の応力により、半導体層列の平均応

10

20

30

40

50

力が低減されるようにすることができる。その際バリヤ層は有利には、バリヤ層に対する応力および層厚の積および量子層に対する応力および層厚の積の絶対値はそれぞれ同じであるかまたは実質的に同じ値を有しているように実現されている。半導体基体 1、殊に量子構造 2 の高度な結晶品質はこうして簡単に実現可能である。結晶品質を低下させる、例えば転位のような結晶欠陥の形の応力が加わっている半導体層の応力の除去が有利にも低減される。この種の結晶欠陥で非放射再結合する、量子構造 2 におけるキャリアの成分を結晶欠陥の密度が下げられている場合には低下するので、結果的に量子構造における放射再結合は増加し、ひいては L E D 半導体基体の内部量子効率を上昇することになる。

【 0 0 6 4 】

バリヤ層 4 を用いた量子層 3 の応力の補償により、比較的大きな数の量子層 3 およびバリヤ層 4 を良好な結晶品質で製造可能である、その際応力が加わっている量子層およびバリヤ層は有利には相互に交番する順序で上下に配置されている。

10

【 0 0 6 5 】

量子構造 2 は 4 つより多くの量子層 3、有利には 1 0 の量子層またはそれ以上、例えば 1 5 の量子層またはそれ以上を含んでいることができる。量子層の数が増えるに従って、作動電流に関して素子の線形性を、殊に 0 . 5 以上の高い電流の場合に一段と高めることができる。

【 0 0 6 6 】

更に、量子層の数を高めるとスペクトル幅を低減させることができる。

【 0 0 6 7 】

20

殊に、L E D 半導体基体は有利には、量子構造によって生成される放射のスペクトルが 7 0 n m またはそれ以下、有利には 6 0 n m またはそれ以下、特別有利には 5 0 n m またはそれ以下、例えば 4 0 乃至 4 5 n m の半値幅であるように実現されている。

【 0 0 6 8 】

バリヤ層 4 の応力の絶対値は有利には、含む 0 . 2 および含む 0 . 6 7 の間、特別有利には含む 0 . 3 3 および隣接している量子層 3 の応力の値の含む 1 / 2 の間の値を有している。この形式のバリヤ層の場合、バリヤ層の厚さは、所属の量子層の応力を補償するために量子層より相応に厚く選択することができる。つまり、間にバリヤ層 4 が配置されている 2 つの隣接する量子層 3 は比較的大きく相互に離間しているようにすることができる。すなわち、量子層に形成されるエネルギー状態は有利にも、隣接する量子層のエネルギー状態とは減結合されているようにすることができる。スペクトル的に比較的狭帯域の放出を有する L E D 半導体基体はこうして簡単に製造可能である。

30

【 0 0 6 9 】

バリヤ層 4 の厚さの、量子層 3 の厚さに対する比を、1 より大きいまたは 1 に等しい、有利には 1 . 5 より大きいまたは 1 . 5 に等しい、特別有利には 2 . 5 または 2 . 5 に等しい、例えば 3 に選択すると特別有利であることが認められている。バリヤ層の厚さは 5 n m またはそれ以上、有利には 1 0 n m またはそれ以上、特別有利には 2 0 n m またはそれ以上であってよい。その際量子層の厚さは典型的には、含む 3 n m および含む 1 0 n m の間、例えば 5 n m とすることができる。

【 0 0 7 0 】

40

図 2 の曲線 2 0 0 には、本発明の L E D 半導体基体の実施例に対するバンドギャップ E_g の経過特性が量子構造 2 の周辺の断面にて示されている。その際中間層 6 0 および 6 1 並びに第 1 の中間層 6 0 に隣接している第 1 の被覆層 5 0 の部分および第 2 の中間層 6 1 に隣接している第 2 の被覆層 5 1 の部分も示されている。バンドギャップ E_g の経過特性は、9 4 0 n m のピークは長を有する放射の放出に対して実現されている半導体基体を例として示されているだけである。

【 0 0 7 1 】

図 2 の実施例において量子構造 2 は 1 5 の量子層を含んでおり、その際 2 つの隣接する量子層 3 の間にそれぞれ、それぞれ 1 つのバリヤ層 4 が配置されている。量子層はそれぞれ 7 n m の厚さを有しておりかつバリヤ層は 2 1 n m の厚さを有している。量子層は I n

50

$y \text{ Ga}_{1-y} \text{ As}$ を用いて形成されており、その際インジウム含有量は 940 nm の放出波長に対して 15% である。バリヤ層は $\text{Al}_x \text{ Ga}_{1-x} \text{ As}_{1-z} \text{ P}_z$ により形成されており、その際アルミニウム含有量は 30% および燐含有量は 10% である。図2においてアルミニウム含有量の特性経過は曲線201によって示され、インジウム含有量の特性経過は曲線202によって示されかつ燐含有量の特性経過は曲線203によって示されている。

【0072】

インジウム含有量が 15% の場合、 GaAs 成長基板に対する InGaAs の応力は約 10754 ppm である。その際 InGaAs 量子層3は GaAs に対して圧縮応力が加わっている。

10

【0073】

$x = 30\%$ のアルミニウム含有量および $z = 10\%$ の燐含有量を有する AlGaAsP バリヤ層4は GaAs に対して 3503 ppm の応力の値でもって引っ張り応力が加わっている。従ってバリヤ層の応力の値は量子層3の応力の値のほぼ $1/3$ である。相応に、量子層3のほぼ3倍の厚さであるバリヤ層4を用いて、これら量子層の応力をこれらバリヤ層4の応力によって補償することができる。というのは、バリヤ層に対するおよび量子層に対する応力および層厚の積は相互に反対の極性を有する同じ絶対値を有していることができるからである。

【0074】

典型的には量子構造の平均応力は殊に 2000 ppm またはそれ以下、有利には 1000 ppm またはそれ以下、特別有利には 500 ppm またはそれ以下である。こうして量子構造の良好な結晶品質を実現することができる。

20

【0075】

勿論上に示された材料組成は例示にすぎない。材料組成および/または層厚の変形により、量子構造2から一層長いまたは一層短いピーク波長を有する、殊に含む 750 nm 乃至含む 1050 nm の波長領域における放射も実現することができる。例えば、インジウム含有量を上げることによって、バンドギャップを低減することができ、これにより一層長いピーク波長が生じるようにすることができる。

【0076】

量子層を拡張しても、電子とホールとの再結合の際の遷移エネルギーを低減し、ひいては一層長いピーク波長を有する放射の放出を実現することができる。というのは、量子層におけるキャリアの基本状態エネルギーは量子層が拡張されると低下するからである。その際インジウム含有量は0より大および含む 100% の間、有利には含む 5% および含む 30% の間、特別有利には含む 10% および含む 20% の間とすることができる。インジウム含有量の増加により InGaAs のバンドギャップが低下するのみならず、 GaAs に対する応力も増加するので、バリヤ層4の組成を相応に量子層3の組成に整合すると好適である。その際量子層の比較的高い応力の補償は例えば、バリヤ層における燐含有量を高めることによりまたはバリヤ層の拡張により実現することができる。

30

【0077】

類似して、量子層3におけるインジウム含有量を下げた場合に、より長いピークは長を有する放射の放出を実現することができる。インジウム含有量を上げることで低下する、 InGaAs 量子層の応力に基づいて、量子層の応力を比較的薄いバリヤ層4によってまたは低減された燐含有量を有するバリヤ層によって補償することができる。

40

【0078】

InGaAs を用いて形成されている圧縮応力が加わっている量子層3の応力を補償するために、 AlGaAsP を含んでいる引っ張り応力が加わっているバリヤ層4が特別適している。というのは、バリヤ層の応力は燐含有量を介して、応力補償に適している値に調整することができるからである。

【0079】

更に、 AlGaAsP のバンドギャップはアルミニウム含有量を介して調整することが

50

できる。この場合バリヤ層は量子層に対して比較的高いバンドギャップを有していることができる。これにより相応に高いアルミニウム含有量を有する2つのAlGaAsバリヤ層の間に埋め込まれているInGaAs量子層を用いて比較的低エネルギーレベルの低い量子井戸が形成されるようにすることができる。量子井戸が低ければ低いほど、キャリアが量子層の量子化された状態において熱的に励起されて量子層からバリヤ層に達する確率は低い。その結果量子層におけるキャリアが放射再結合する確率は有利にも高められることになり、量子構造2の内部量子効率は上昇する。

【0080】

第1の中間層60および第2の中間層61は有利には、バリヤ層4と同じかまたは実質的に同じバンドギャップを有している。しかし量子構造2におけるバリヤ層4とは異なって、第1および第2の中間層は有利には応力が加わっていないかまたはさほど応力が加わっていない。図2に図示の実施例において、中間層60および61は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 半導体層として実現されておりかつバリヤ層4における30%のアルミニウム含有量に対して高められているアルミニウム含有量、例えば40%のアルミニウム含有量を有している。AlGaAs半導体層として中間層を実現することにより、これらはGaAsに関連して比較的僅かに応力が加わっている。半導体基体1の半導体層列の付加的な応力はこうして有利にも回避される。

10

【0081】

それぞれAlGaAsを用いて形成されている第1の被覆層50および第2の被覆層51のアルミニウム含有量は有利には中間層60および61のアルミニウム含有量に対して高められている。こうして第1の中間層60から第1の被覆層50および第2の中間層61から第2の被覆層51への接合部にそれぞれ電位の跳躍的变化が生じる。この電位の跳躍的变化は好適には、キャリアの、中間層から第1の被覆層50および第2の被覆層51への熱的な励起が十分に低い確率によって行われるような大きさである。電位の跳躍的变化の個所でのバンドギャップの差が著しい、例えば半導体基体の作動温度におけるキャリアの平均熱エネルギーより例えばほぼ5倍乃至10倍大きいとき、十分に低い確率が実現される。図2に図示の実施例において電位の跳躍的变化は約200 meVであり、これは室温におけるキャリアの大体8倍の平均熱エネルギーに相応する。こうして、放射の放出下で量子構造2の量子層3に再結合されるキャリアの成分を高めることができる。このために、LED半導体チップの内部量子効率が高まることにもなる。

20

30

【0082】

被覆層50および51は有利には量子構造2と比べて比較的厚く実現されている。例えば厚さはそれぞれ、量子構造2の厚さの少なくとも2倍である。従って被覆層は、殊に半導体基体1の成長基板の解離後、量子構造の機械的安定化のために用いられる。量子層およびバリヤ層の応力は必ずしも成長基板に関連付けられる必要はない。例えば応力は量子構造に比べて厚い被覆層50または51に関連付けるようにしてもよい。これにより量子層3およびバリヤ層4の応力は基板の解離後も維持される。こうして、転位の形の応力の低下およびこれに関連した、成長基板の解離後の量子構造2の結晶品質の劣化を有利にも回避することができる。

【0083】

勿論、半導体基体1に対しておよび成長基板に対して別の半導体材料、殊にIII-V族半導体材料を使用することができる。例えば、半導体基体および殊に量子構造2はInAs, GaSb, AlSb, InP, AlAs, AlPまたはGaPまたはこれら半導体を用いて形成可能である3元または4元の半導体材料を含んでいてよい。

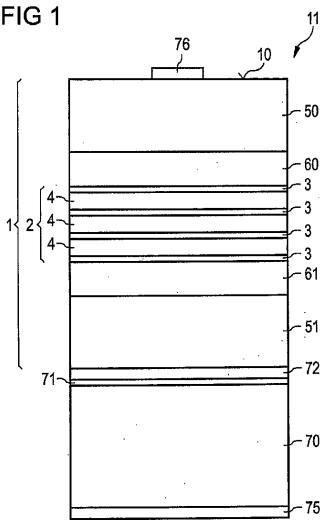
40

【0084】

本発明は実施例に基づいた説明に制限されていない。むしろ本発明は、いずれか新しい特徴並びに特徴のいずれかの組み合わせを含んでおり、このことは殊に、この特徴またはこの組み合わせ自体が特許請求の範囲または実施例に明示的に示されていなくとも、特許請求の範囲における特徴のいずれかの組み合わせを包含するものである。

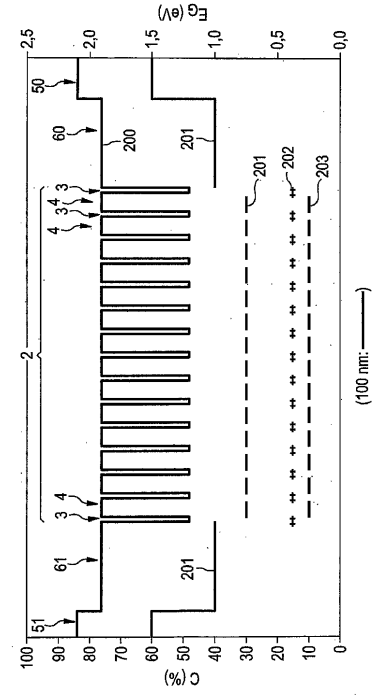
【 図 1 】

FIG 1



【 図 2 】

FIG 2



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/001349

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L33/00

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, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ZHANG G ET AL: "STRAIN-COMPENSATED INGAAS/GAASP/GAINASP/GAINP QUANTUM WELL LASERS (10.98 UM) GROWN BY GAS-SOURCE MOLECULAR BEAM EPITAXY" APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, vol. 62, no. 14, 5 April 1993 (1993-04-05), pages 1644-1646, XP000355014 ISSN: 0003-6951	1,3,4, 6-14, 18-20
Y	the whole document	2,15,17
Y	US 2005/161699 A1 (HON SCHANG-JING [TW]) 28 July 2005 (2005-07-28) paragraphs [0027] - [0029]	2,15,17
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 Dezember 2007

Date of mailing of the international search report

12/12/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

RODRIGUEZ-GIRONES, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/001349

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 731 511 A (NORTHERN TELECOM LTD [CA] NORTEL NETWORKS CORP [CA]) 11 September 1996 (1996-09-11) column 4, line 47 - column 5, line 2 column 6, lines 7-18 -----	1,3-5, 10-14,20
X	US 2004/017835 A1 (JEWELL JACK L [US] ET AL) 29 January 2004 (2004-01-29) paragraphs [0134] - [0154] paragraphs [0193] - [0195] -----	1,16
X	US 6 020 601 A (NOGUCHI HIROYASU [JP] ET AL) 1 February 2000 (2000-02-01) column 1, lines 42-59 column 2, lines 27-36 table 1 claims 1-3 -----	1,3,4,6, 7,10-14
X	MITCHELL C J ET AL: "Material characterization of highly strained and partially strain compensated InxGal-xAs/InyAl1-yAs quantum cascade light emitting diodes grown by mbe for emission in the near infrared (2-4/sp1 mu/m)" ELECTRON DEVICES FOR MICROWAVE AND OPTOELECTRONIC APPLICATIONS, 2002. EDMO 2002. THE 10TH IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON 18-19 NOV. 2002, PISCATAWAY, NJ, USA,IEEE, 18 November 2002 (2002-11-18), pages 8-13, XP010625920 ISBN: 0-7803-7530-0 abstract -----	1,3, 10-12, 14,20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2007/001349

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005161699 A1	28-07-2005	NONE	
EP 0731511 A	11-09-1996	NONE	
US 2004017835 A1	29-01-2004	NONE	
US 6020601 A	01-02-2000	JP 11150330 A	02-06-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2007/001349

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L33/00

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, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ZHANG G ET AL: "STRAIN-COMPENSATED INGAAS/GAASP/GAINASP/GAINP QUANTUM WELL LASERS (0.98 UM) GROWN BY GAS-SOURCE MOLECULAR BEAM EPITAXY" APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, Bd. 62, Nr. 14, 5. April 1993 (1993-04-05), Seiten 1644-1646, XP000355014 ISSN: 0003-6951	1,3,4, 6-14, 18-20
Y	das ganze Dokument	2,15,17
Y	US 2005/161699 A1 (HON SCHANG-JING [TW]) 28. Juli 2005 (2005-07-28) Absätze [0027] - [0029] ----- -/--	2,15,17

☒ 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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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 nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Dezember 2007

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/12/2007

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5616 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

RODRIGUEZ-GIRONES, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2007/001349

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 731 511 A (NORTHERN TELECOM LTD [CA] NORTEL NETWORKS CORP [CA]) 11. September 1996 (1996-09-11) Spalte 4, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 2 Spalte 6, Zeilen 7-18 -----	1,3-5, 10-14,20
X	US 2004/017835 A1 (JEWELL JACK L [US] ET AL) 29. Januar 2004 (2004-01-29) Absätze [0134] - [0154] Absätze [0193] - [0195] -----	1,16
X	US 6 020 601 A (NOGUCHI HIROYASU [JP] ET AL) 1. Februar 2000 (2000-02-01) Spalte 1, Zeilen 42-59 Spalte 2, Zeilen 27-36 Tabelle 1 Ansprüche 1-3 -----	1,3,4,6, 7,10-14
X	MITCHELL C J ET AL: "Material characterization of highly strained and partially strain compensated InxGa1-xAs/InyAl1-yAs quantum cascade light emitting diodes grown by mbe for emission in the near infrared (2-4/sp1 µm/m)" ELECTRON DEVICES FOR MICROWAVE AND OPTOELECTRONIC APPLICATIONS, 2002. EDMO 2002. THE 10TH IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON 18-19 NOV. 2002, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 18. November 2002 (2002-11-18), Seiten 8-13, XP010625920 ISBN: 0-7803-7530-0 Zusammenfassung -----	1,3, 10-12, 14,20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2007/001349

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2005161699	A1	28-07-2005	KEINE		
EP 0731511	A	11-09-1996	KEINE		
US 2004017835	A1	29-01-2004	KEINE		
US 6020601	A	01-02-2000	JP	11150330 A	02-06-1999

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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100099483

弁理士 久野 琢也

(74)代理人 100110593

弁理士 杉本 博司

(74)代理人 100112793

弁理士 高橋 佳大

(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 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(74)代理人 230100044

弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 ギュンター グレニンガー

ドイツ連邦共和国 ゾイバースドルフ フェーレンシュトラッセ 2 8

(72)発明者 クリスティアン ユング

ドイツ連邦共和国 ジンツィング ユーラシュトラッセ 4 5

(72)発明者 ペーター ハイトボルン

ドイツ連邦共和国 ツァイトラーン エーデンターラー シュトラッセ 1 5 デー

(72)発明者 アレクサンダー ベーレス

ドイツ連邦共和国 ケルハイム ヴァルトホーフシュトラッセ 3 ツェー

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA11 CA05 CA35 CA39