

(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2013-516749

(P2013-516749A)

(43) 公表日 平成25年5月13日(2013.5.13)

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

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 28 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-546412 (P2012-546412) (86) (22) 出願日 平成22年12月20日 (2010.12.20) (85) 翻訳文提出日 平成24年8月23日 (2012.8.23) (86) 国際出願番号 PCT/EP2010/070274 (87) 国際公開番号 W02011/080144 (87) 国際公開日 平成23年7月7日 (2011.7.7) (31) 優先権主張番号 102009060749.8 (32) 優先日 平成21年12月30日 (2009.12.30) (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)</p>	<p>(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セ 4 Leibnizstrasse 4, D -93055 Regensburg, Germany (74) 代理人 100105050 弁理士 鷲田 公一</p>
--	---

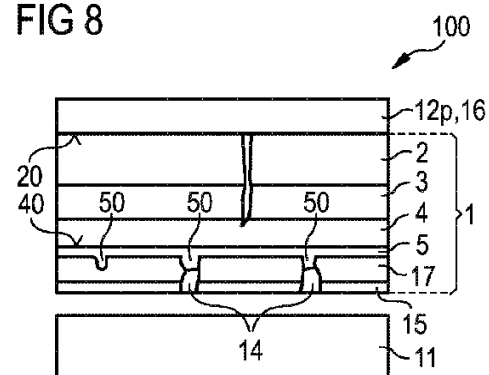
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オプトエレクトロニクス半導体チップおよびAlGaInをベースとする中間層の使用

(57) 【要約】

オプトエレクトロニクス半導体チップ(100)の少なくとも一実施形態において、このチップは、GaIn、InGaIn、AlGaIn、InAlGaInのうちの少なくとも1種類をベースとする半導体積層体(1)、を備えている。半導体積層体(1)は、p型にドーピングされた積層体(2)と、n型にドーピングされた積層体(4)と、これらp型にドーピングされた積層体(2)とn型にドーピングされた積層体(4)との間の活性ゾーン(3)と、を含んでいる。半導体積層体(1)は、 $Al_xGa_{1-x}N$ ($0 < x < 1$) をベースとする少なくとも1層の中間層(5)を備えている。中間層(5)は、活性ゾーン(3)を基準としてn型にドーピングされた積層体(4)と同じ側にあり、低い粘性の液体に関する中間層(5)の固有の薬液浸透性が、中間層(5)に隣接する半導体積層体(1)の領域の固有の薬液浸透性よりも低い。

FIG 8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

GaN、InGaN、AlGaN、InAlGaNのうちの少なくとも1種類をベースとする、エピタキシャル成長した半導体積層体(1)、を備えたオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)であって、前記半導体積層体(1)が、

- p型にドーパされた積層体(2)と、
- n型にドーパされた積層体(4)と、
- 電磁放射を生成する目的で設けられている活性ゾーン(3)であって、前記p型にドーパされた積層体(2)と前記n型にドーパされた積層体(4)との間に位置している、活性ゾーン(3)と、

- $Al_xGa_{1-x}N$ ($0 < x < 1$) をベースとする少なくとも1層の中間層(5)であって、前記活性ゾーン(3)を基準として前記n型にドーパされた積層体(4)と同じ側に位置している、中間層(5)と、

を備えており、

以下の関係、すなわち、

- 前記中間層(5)が、前記半導体積層体(1)の層のうち前記中間層(5)に隣接する層(4, 7, 15, 17)、における割れ(14)もしくは穴(14)またはその両方の中に延びる突出部(50)、を有し、前記突出部(50)が、前記割れ(14)もしくは前記穴(14)またはその両方の境界領域に少なくとも部分的に直接接触しており、前記割れ(14)もしくは前記穴(14)またはその両方の少なくとも一部またはすべてが、前記中間層(5)によって完全に覆われている、もしくは、

- 前記割れ(14)もしくは前記穴(14)またはその両方の大きさが、前記半導体積層体(1)の成長方向に沿って、前記中間層(5)によって減少し、前記割れ(14)もしくは前記穴(14)またはその両方の少なくとも一部が、前記中間層(5)の両側に延びている、

の少なくとも一方があてはまる、

オプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項 2】

特に液体に対する、前記中間層(5)の固有の薬剤浸透性が、前記半導体積層体(1)の層のうち前記中間層(5)に隣接する層(4, 7, 15, 17)、におけるよりも小さい、もしくは、

前記中間層(5)が薬液に対して不浸透性である、

またはその両方である、

請求項1に記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項 3】

前記中間層(5)、または複数の前記中間層(5)のうちの1層のドーパント濃度が、 $4 \times 10^{18} / \text{cm}^3 \sim 5 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ の範囲内(両端値を含む)であり、ドーパントがSiである、

請求項1または請求項2に記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項 4】

前記中間層(5)、または複数の前記中間層(5)のうちの1層が、ドーパされていない、

請求項1から請求項3のいずれかに記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項 5】

0.03×0.5 が成り立ち、

1層または2層の前記中間層(5)を備えている、

請求項1から請求項4のいずれかに記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項 6】

前記中間層(5)が、 $15\text{ nm} \sim 250\text{ nm}$ の範囲内(両端値を含む)の厚さ(T)を有する、

請求項1から請求項5のいずれかに記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項7】

前記中間層(5)、または複数の前記中間層(5)のうちの少なくとも1層が、中断のない連続的な層である、

請求項1から請求項6のいずれかに記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項8】

前記n型にドーブされた積層体(4)の、Ga_{1-x}Nをベースとする電流拡散層(7)であって、少なくとも $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ のドーバント濃度でn型にドーブされている、前記電流拡散層(7)が、2層の前記中間層(5)の間に位置しており、前記中間層(5)に直接隣接している、

請求項1から請求項7のいずれかに記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項9】

前記活性ゾーン(3)を基準として前記n型にドーブされた積層体(4)と同じ側、前記活性ゾーン(3)とは反対側の前記半導体積層体(1)の面(40)が、 $0.4\text{ }\mu\text{m} \sim 4.0\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内(両端値を含む)の平均粗さを有する粗面(8)を有する、

請求項1から請求項8のいずれかに記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項10】

前記活性ゾーン(3)を電気めっきスルーホール(10)が貫いている、

請求項1から請求項9のいずれかに記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項11】

電気めっきスルーホール(10)が、前記中間層(5)のうちの1層を貫いており、前記中間層(5)のさらなる1層が、中断されておらず連続的である、

請求項1から請求項10のいずれかに記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項12】

前記半導体積層体(1)の合計厚さ(G)が、 $1.0\text{ }\mu\text{m} \sim 10.0\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内(両端値を含む)である、

請求項1から請求項11のいずれかに記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項13】

前記半導体チップ(100)に通電するための電気コンタクト接続部(12)すべてが、前記活性ゾーン(3)とは反対側の、前記p型にドーブされた積層体(2)の面(20)、に位置している、

請求項1から請求項12のいずれかに記載のオプトエレクトロニクス半導体チップ(100)。

【請求項14】

GaN、InGa_{1-x}N、AlGa_{1-x}N、InAlGa_{1-x}Nのうちの少なくとも1種類をベースとするエピタキシャル成長した半導体積層体(1)において、前記半導体積層体(1)の層のうち中間層(5)に隣接する層(4, 7, 15, 17)、における割れ(14)もしくは穴(14)またはその両方をふさぐ層として、Al_{1-x}Ga_xN(0.03 ≤ x ≤ 1)をベースとする前記中間層(5)の使用であって、

前記割れ(14)もしくは前記穴(14)またはその両方の、横方向の大きさが、最大で $0.40\text{ }\mu\text{m}$ であり、

10

20

30

40

50

以下の関係、すなわち、

- 前記隣接する層（４，７，１５，１７）の前記割れ（１４）もしくは前記穴（１４）またはその両方の中に、前記中間層（５）の突出部（５０）が延びており、前記突出部（５０）が、前記割れ（１４）もしくは前記穴（１４）またはその両方の横方向の境界領域に少なくとも部分的に直接接触しており、前記割れ（１４）もしくは前記穴（１４）またはその両方の少なくとも一部またはすべてが、前記中間層（５）によって完全に覆われている、もしくは、
 - 前記割れ（１４）もしくは前記穴（１４）またはその両方の大きさが、前記半導体積層体（１）の成長方向に沿って、前記中間層（５）によって減少しており、前記割れ（１４）もしくは前記穴（１４）またはその両方の少なくとも一部が、前記中間層（５）の両側に延びている、
- の少なくとも一方があてはまる、
中間層（５）の使用。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

ＡｌＧａＮをベースとする中間層を備えたオプトエレクトロニクス半導体チップを開示する。さらには、ＡｌＧａＮをベースとする中間層の使用を開示する。

【発明の概要】

20

【０００２】

本発明の目的は、薬液に対する高い不浸透性を有するオプトエレクトロニクス半導体チップを開示することである。

【０００３】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、オプトエレクトロニクス半導体チップは、ＧａＮ、ＩｎＧａＮ、ＡｌＧａＮ、ＩｎＡｌＧａＮのうちの少なくとも１種類をベースとする、特にエピタキシャル成長させた半導体積層体、を備えている。「ベースとする」とは、半導体積層体が、これらの材料の少なくとも１種類を主成分として含んでいる、またはこれらのうち少なくとも１種類の材料からなることを意味する。この場合、半導体積層体が比較的少量のさらなる物質（特にドーパント）を含むことは、この条件に該当しない。

30

【０００４】

本半導体チップの少なくとも一実施形態によると、半導体積層体は、ｐ型にドーブされた積層体と、ｎ型にドーブされた積層体と、これらｐ型にドーブされた積層体とｎ型にドーブされた積層体との間に位置する活性ゾーンと、を備えている。この場合、用語「積層体」には、物理特性に関して均一である１層のみを備えた積層体も含まれる。「層」とは、特に、半導体積層体の成長方向に垂直な方向に、半導体積層体全体にわたり、または半導体積層体の大部分（例えば８０％以上）にわたり延在する領域を意味するものと理解されたい。したがって、層は、半導体積層体の領域であって、平面状であり、成長方向に垂直な向きにあり、かつ固有の物理特性（例えば固有の材料組成）を有する領域、とすることができ、互いに異なる層または領域は、成長方向に平行な方向における急激な遷移によって、互いに分けることができる。「急激な遷移」とは、特に、層または領域の間の、物理特性（例えば材料組成）に関する遷移領域が、製造公差の範囲内で形成されている、もしくは、結晶構造の最大で５つの単分子層、特に、最大で２つの単分子層である、またはその両方であることを意味する。

40

【０００５】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、活性ゾーンは、半導体チップの動作時、紫外線、可視光、近赤外線のうち少なくとも１つのスペクトル領域の電磁放射を生成するように設計されている。特に、半導体チップの動作時に活性ゾーンによって生成される放射の主波長は、３８０ｎｍ～５５０ｎｍの範囲内（両端値

50

を含む)である。主波長とは、活性ゾーンにおいて生成される放射の強度(スペクトル幅 1 nmあたりの強度)が最大である波長である。さらには、活性ゾーンにおいて生成される半導体チップによって放出される放射は、インコヒーレントな放射であることが好ましい。言い換えれば、半導体チップは、レーザダイオードまたはスーパールミネセンスダイオードとしてではなく、発光ダイオードとして構成されている。

【0006】

本半導体チップの少なくとも一実施形態によると、半導体積層体は、 $Al_xGa_{1-x}N$ をベースとする中間層を備えている。この場合、 x は、0より大きく1より小さい。言い換えれば、中間層は、 GaN をベースとする層であって、 Ga の格子位置の特定の割合が Al 原子によって占有されている。中間層は、活性ゾーンを基準として n 型にドーパされた積層体と同じ側に位置する。

10

【0007】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、中間層、または複数の中間層のうちの1層は、ドーパされていない。「ドーパされていない」とは、特に、ドーパント濃度が $5 \times 10^{16} / cm^3$ 未満であることを意味する。この場合、中間層は、 n 型にドーパされた積層体に直接隣接していることができる。言い換えれば、中間層の材料は、 n 型にドーパされた積層体の n 型ドーパ材料に直接接触している。中間層は、半導体積層体の中の位置として、成長方向に平行な方向において自身が半導体積層体の境界領域を形成しない位置にあることが好ましい。

20

【0008】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、中間層、または複数の中間層のうちの少なくとも1層は、 n 型にドーパされた積層体の中に位置しており、自身も n 型にドーパされている。 n 型にドーパされた積層体の中に中間層が位置しているとは、中間層がその両側の面において、 n 型にドーパされた積層体のさらなる n 型ドーパ領域に隣接していることを意味する。したがって、中間層は、成長方向に平行な方向において、 n 型にドーパされた積層体の境界領域を形成していない。

【0009】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、中間層の固有の薬剤浸透性(specific chemical permeability)は、中間層に隣接する半導体積層体の領域または層の固有の薬剤浸透性よりも小さい。特に、少なくとも1層の中間層の固有の薬剤浸透性は、半導体積層体全体、または n 型にドーパされた積層体全体中で最小である。固有の薬剤浸透性とは、特に低い粘性の液体に対する浸透性であって、層の固有の幾何学的厚さおよび固有の時間長における浸透性を意味する。低い粘性とは、液体の粘性が最大で $2.5 mPa \cdot s$ であることを意味する。特に、中間層を分解させることのない薬液または薬剤を意味するものと理解されたい。一例として、中間層は、特に半導体積層体の残りの部分と比較して、薬液(例えば硝酸)に対して不浸透性である。同様に、中間層は、蒸気に対して不浸透性であることが好ましい。さらには、中間層は、金属(例えば銀)の拡散を阻止することが好ましく、または、中間層は、拡散によって金属が浸透しない、あるいは半導体積層体の別の層と比較して浸透される程度が小さい。

30

【0010】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、オプトエレクトロニクス半導体チップは、 GaN 、 $InGaN$ 、 $AlGaN$ 、 $InAlGaN$ のうちの少なくとも1種類をベースとする、好ましくはエピタキシャル成長させた半導体積層体、を備えている。半導体積層体は、 p 型にドーパされた積層体と、 n 型にドーパされた積層体と、電磁放射を生成するための活性ゾーンであって、 p 型にドーパされた積層体と n 型にドーパされた積層体との間に位置する活性ゾーンと、を備えている。さらには、半導体積層体は、 $Al_xGa_{1-x}N$ ($0 < x < 1$)をベースとする、ドーパされていない、または n 型にドーパされた少なくとも1層の中間層、を備えている。中間層は、半導体積層体の中に位置していることが好ましく、特に、低い粘性を有する液体に対する固有の薬剤浸透性は、中間層に隣接する半導体積層体の領域または層の固有の薬剤浸透性よりも小

40

50

さい。

【0011】

このような中間層を使用することによって、薬液（例えば硝酸）に対する半導体積層体の浸透性を効果的に減少させることができる。結果として、製造時の高い歩留りと、半導体チップの高い信頼性とを達成することができる。薬液または蒸気に対する、半導体積層体の層の浸透性は、例えば転位（例えばいわゆる貫通転位）に起因するものであり、転位によって半導体材料内に溝や穴が形成されうる。例えば、割れは転位線である。中間層のAlGaInは、割れや穴の中に堆積する、あるいは割れや穴に結合し、結果として、割れ、穴、転位の核の大きさを低減することができる。

【0012】

本半導体チップの少なくとも一実施形態によると、n型にドーパされた積層体の層または半導体積層体の層のうち、中間層に隣接する層は、中間層の主延在方向を横切る方向に延びる割れもしくは穴またはその両方を有する。割れもしくは穴またはその両方の、横方向（すなわち半導体積層体の成長方向に垂直な方向）に沿った横方向の大きさは、ナノメートルまたはマイクロメートルのオーダーである。割れまたは穴の横方向の大きさは、例えば、最大で25nm、最大で50nm、最大で0.10μm、最大で0.25μm、または最大で0.40μmである。

【0013】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、中間層は、割れもしくは穴またはその両方の少なくとも一部分をふさいでいる。言い換えれば、中間層は、割れもしくは穴またはその両方の少なくとも一部分を完全に覆っている。特に、中間層は、活性ゾーンから遠ざかる方向、もしくは活性ゾーンに向かう方向、またはこの両方向に、割れまたは穴の中に延びる突出部を有する。突出部（中間層と同じ材料によって形成されていることが好ましい）は、部分的に、割れまたは穴が形成されている層の材料に物理的に直接接触している。

【0014】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、中間層は、割れもしくは穴またはその両方の直径もしくは横方向の大きさまたはその両方を低減する。すなわち、割れもしくは穴またはその両方の少なくとも一部分、例えば割れもしくは穴またはその両方の80%以上、95%以上、または99%以上が、成長方向に沿って見たとき中間層の下流において、中間層の上流におけるよりも小さい。「小さい」とは、割れもしくは穴またはその両方が、中間層によって完全に覆われている、遮られている、または途中で切れている状態を含む。

【0015】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、割れもしくは穴またはその両方は、成長方向に沿って見たとき、少なくとも一部分が中間層の下流にさらに延びている。言い換えれば、中間層は、薬液の浸透に対して、割れや穴をふさぐことができるが、結晶格子中の欠陥としての割れもしくは穴またはその両方が完全に排除されるわけではなく、割れや穴の少なくとも一部は中間層の両側に存在する。一例として、成長方向に見たとき中間層のすぐ下流における穴の数は、中間層のすぐ上流における穴の数の少なくとも50%、少なくとも75%、または少なくとも90%、もしくは、最大で90%、または最大で95%、あるいはこれらの両方である。割れまたは転位線に関しては、中間層によって、これらを完全に排除する、またはその数を少なくとも50%、少なくとも75%、または少なくとも90%減少させることが可能である。

【0016】

オプトエレクトロニクス半導体チップ（特に発光ダイオード）における半導体積層体は、例えばサファイア基板の上にエピタキシャル成長させる。成長時には、成長させる半導体材料中に、特に、穴が発生することがある。同様に、レーザリフトオフ法（成長後の完成した半導体積層体を基板から除去する）を行うとき、特に、割れが発生することがある。除去する前に基板に面していた半導体積層体の境界領域における割れや穴は、例えば、

10

20

30

40

50

レーザリフトオフ法自体において、あるいは例えば湿式エッチングによって粗面を形成するときに、割れや穴の少なくとも一部が半導体積層体の境界領域に達して表面に現れることがある。

【0017】

これらの表面に現れた割れや穴を介して、以降の工程ステップにおいて薬液が半導体積層体を通して浸入することがあり、特に、成長基板とは反対側の半導体積層体の面またはめっきスルーホールにすでに形成されているミラー（例えば銀のミラー）を腐食させる。このようなミラーの損傷によって、光取り出し効率が低下する。さらには、割れや穴は、半導体積層体中の欠陥でもあり、活性ゾーンにおいて放射を生成するときの効率も低下させる。同様に、割れや穴によって、半導体チップの電流 - 電圧特性における小電流時の問題（small-current problems）も発生しうる。

10

【0018】

エピタキシャル成長時（例えばいわゆるMOVPE工程時）、結晶表面におけるAl原子は、Ga原子よりも移動性が小さいため、AlGaIn層は、純粋なGaIn層と比較して、成長時において表面モフォロジに関して平滑化の効果を有し得る。したがって、AlGaIn層は、ファセット成長に対する反応性がGaIn層よりも大幅に小さく、結果として、GaInの結晶中に存在しうる穴、割れ、溝を、このようなAlGaIn層によってふさぐ、または大きさを減少させることができる。

【0019】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、中間層、または複数の中間層のうちの1層は、 $2 \times 10^{18} / \text{cm}^3 \sim 5 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ の範囲内（両端値を含む）のドーパント濃度、好ましくは $4 \times 10^{18} / \text{cm}^3 \sim 3 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ の範囲内（両端値を含む）のドーパント濃度、特に、 $6 \times 10^{18} / \text{cm}^3 \sim 2 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ の範囲内（両端値を含む）のドーパント濃度によって、ドーピングされている。ドーピングは、例えばSi原子によって行われている。

20

【0020】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、Al原子によって占有されているGaの格子位置の割合xは、0.03～0.2の範囲内（両端値を含む）、または0.03～0.5の範囲内（両端値を含む）、好ましくは0.07～0.13の範囲内（両端値を含む）、例えば約0.1の値を有する。

30

【0021】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、中間層は、5nm～250nmの範囲内（両端値を含む）、または15nm～200nmの範囲内（両端値を含む）、特に、25nm～100nmの範囲内（両端値を含む）の厚さを有する。

【0022】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、中間層、または複数の中間層のうちの1層、または複数の中間層のうちの少なくとも1層は、中断のない連続的な層である。言い換えれば、中間層には、成長方向に垂直な方向において、開口および孔（perforations）が意図的には形成されていない。したがって、中間層は、成長方向に垂直な方向に、半導体積層体全体にわたり延在しており、意図的な中断は形成されていない。ただし、中間層が中断のない連続的な層であるという条件において、半導体積層体の結晶格子中の欠陥（例えば割れや穴）によって、意図しない小さい開口が中間層に形成されることは、これに該当しない。言い換えれば、割れおよび穴のすべてが中間層によってふさがれるわけではない。しかしながら、このような意図しない開口は発生しないことが好ましい。

40

【0023】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、中間層、特に、半導体積層体に形成されている2層の中間層のうちの1層、もしくは活性ゾーン、またはこれらの両方を、少なくとも1つの電気めっきスルーホールまたはビアが貫いている

50

。この場合、半導体チップに通電するための電気コンタクト接続部すべてを活性ゾーンの一方の側のみに位置させることが可能である。言い換えれば、半導体チップを、いわゆるフリップチップとして形成することができる。

【0024】

特にこの実施形態においては、半導体積層体の外側境界領域から、例えばめっきスルーホールにおけるミラーまでの距離は、比較的小さく、例えば約 $2\mu\text{m}$ である。このような小さい距離の場合、半導体積層体中の割れや穴が外側境界領域からミラーまで達する確率は、特に高く、特に、半導体積層体をレーザリフトオフ法によって基板から分離するときと、外側境界領域において半導体積層体に粗面を形成するときにも高まる。すなわち、特に半導体積層体が比較的薄く、めっきスルーホールを有する場合、少なくとも1層の中間層を使用することによって、製造時の歩留りが特に大きく向上する。

10

【0025】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、 AlGaIn をベースとする中間層は、その両側の面において、 Al 含有量がゼロまたは大きくない GaIn 層に隣接している。これらの GaIn 層の少なくとも一方は、好ましくは、中間層よりも高濃度にドーピングされており、例えば電流拡散層として具体化されている。これらの GaIn 層のもう一方は、中間層の少なくとも $1/2$ 以下の低いドーパント濃度を有することができる。

【0026】

本オプトエレクトロニクス半導体チップの少なくとも一実施形態によると、オプトエレクトロニクス半導体チップは、1層または2層の中間層を備えている。この場合、中間層と同じ材料組成を有するさらなる層が、半導体積層体中に存在しないことが好ましい。特に、中間層は、いわゆる超格子の一部ではない。

20

【0027】

さらには、 AlGaIn 、 InGaIn 、 AlInGaIn 、 GaIn のうちの少なくとも1種類をベースとする半導体積層体中の溝、割れ、穴をふさぐ層として、 AlGaIn をベースとする、ドーピングされていない、または n 型にドーピングされた中間層の使用、を開示する。この中間層は、上に記載した例示的な実施形態のうちの1つまたは複数に開示されているように形成することができる。したがって、オプトエレクトロニクス半導体チップの特徴は、中間層の使用に関してもあてはまり、逆も同様である。

30

【0028】

以下では、本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップについて、例示的な実施形態に基づき、図面を参照しながらさらに詳しく説明する。この場合、個々の図面において、同じ要素には同じ参照数字を付してある。しかしながら、要素の互いの関係は必ずしも正しい縮尺ではない。むしろ、深く理解できるようにする目的で、個々の要素を誇張した大きさを示してある。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

40

【図2】本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

【図3】本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

【図4】本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

【図5】本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

【図6】本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

50

【図 7】発光ダイオードチップの概略的な断面図を示している。

【図 8】本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

【図 9】本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

【図 10】発光ダイオードチップの概略的な断面図を示している。

【図 11】本発明のオプトエレクトロニクス半導体チップの例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

【発明を実施するための形態】

【0030】

図 1 は、オプトエレクトロニクス半導体チップ 100 の例示的な実施形態を示している。半導体チップ 100 は、特に、動作時にインコヒーレントな放射を放出する発光ダイオードである。

【0031】

半導体積層体 1 は、成長基板 11 の上にエピタキシャル成長させたものである。半導体積層体 1 は、GaN、InGa_N、AlGa_N、InAlGa_Nのうちの少なくとも 1 種類をベースとする。半導体積層体 1 の合計厚さ G は、例えば、1.0 μm ~ 10 μm の範囲内（両端値を含む）、特に、1.5 μm ~ 7.0 μm の範囲内（両端値を含む）、特に、約 5 μm ~ 6 μm である。

【0032】

成長基板 11 のすぐ後ろに、ドーピングされていない GaN 層 15 が位置している。このドーピングされていない層 15 は、例えば、300 nm ~ 400 nm の範囲内（両端値を含む）の厚さを有する。成長基板 11 とは反対側の、ドーピングされていない層 15 の面には、n 型にドーピングされた部分層 17 が形成されており、この部分層 17 は、半導体積層体 1 の n 型にドーピングされた積層体 4 の一部分である。層 15 および層 17 の一方のみを設けることも可能である。

【0033】

成長基板 11 とは反対側の、n 型にドーピングされた積層体 4 の面には、活性ゾーン 3 が位置しており、その後ろに、p 型にドーピングされた積層体 2 が続いている。n 型にドーピングされた積層体 4 と、p 型にドーピングされた積層体 2 との間に配置されている活性ゾーン 3 は、特に、所望の次元の少なくとも 1 つの量子井戸構造、好ましくは複数の量子井戸構造を有する。動作時、活性ゾーンにおいて、一例として、紫外線、青色光、または緑色光が生成される。

【0034】

n 型にドーピングされた積層体 4 は、中間層 5 を備えている。中間層 5 は、n 型にドーピングされた積層体 4 の中、部分層 17 と n 型にドーピングされた電流拡散層 7（n 型にドーピングされた積層体 4 の一部である）との間に位置している。言い換えれば、中間層 5 は、成長基板 11 と活性ゾーン 3 のいずれとも直接には接触していない。したがって、ドーピングされていない層 15 もしくは部分層 17 またはその両方の最小厚さは、少なくとも次の条件が満たされるように決められる。すなわち、これらの層 15、17 の少なくとも一方によって成長基板 11 が実質的に完全に覆われ、かつ成長基板 11 とは反対側の層 15、17 の面が実質的に平坦に形成されるように、決められる。

【0035】

中間層 5 の厚さ T は、好ましくは 15 nm ~ 500 nm の範囲内（両端値を含む）、特に、25 nm ~ 150 nm の範囲内（両端値を含む）である。中間層 5 は、AlGa_Nをベースとしており、この場合、純粋な GaN と比較して、ガリウムの格子位置の 3% ~ 20% の範囲内（両端値を含む）、特に、約 10% の割合が、アルミニウム原子によって占有されている。この例示的な実施形態においては、中間層のドーパント濃度は、好ましくは $4 \times 10^{18} / \text{cm}^3 \sim 5 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ の範囲内（両端値を含む）、特に、 $6 \times 10^{18} / \text{cm}^3 \sim 2 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ の範囲内（両端値を含む）である。ドーパント

10

20

30

40

50

は、例えばシリコンである。中間層 5 は、連続的な閉じた層である。言い換えれば、中間層 5 には、開口および孔のいずれも意図的には形成されていない。

【0036】

半導体積層体 1 のバッファ層 6 は、部分層 17 と、中間層 5 と、電流拡散層 7 とによって形成されており、n 型にドーパされた積層体 4 を備えている。バッファ層 6 の厚さは、例えば、300 nm ~ 6 μm の範囲内（両端値を含む）、好ましくは 500 nm ~ 1.8 μm の範囲内（両端値を含む）である。バッファ層 6 の厚さは、p 型にドーパされた積層体 2（図 1 による例示的な実施形態では 1 層のみによって形成されている）の厚さよりも大きく、好ましくは少なくとも 10 倍、または少なくとも 20 倍である。

【0037】

図 2 による半導体チップ 100 の例示的な実施形態は、例えば、図 1 による半導体チップ 100 の発展形態である。活性ゾーン 3 とは反対側の、p 型にドーパされた積層体 2 の面 20 に、p 型コンタクト層 12p が形成されている。p 型コンタクト層 12p は、特に、1 層または複数の金属層によって形成されており、活性ゾーン 3 において生成される放射に対するミラー 16 を構成している、またはミラー 16 を備えている。活性ゾーン 3 とは反対側の p 型コンタクト層 12p の面には、キャリア 9 が結合されており、半導体チップ 100 を機械的に支えている。キャリア 9 の厚さは、40 μm ~ 600 μm の範囲内（両端値を含む）であることが好ましい。キャリア 9 により、いわゆるピックアンドプレイス工程（pick-and-place process）によって半導体チップ 100 を扱うことが可能になる。

10

20

【0038】

n 型にドーパされた積層体 4 の部分層 17 には、活性ゾーン 3 とは反対側の面 40 に、例えばエッチングによって、粗面 8 が形成されている。粗面 8 は、中間層 5 には達していない。粗面 8 を形成する結果として、図 1 による、ドーパされていない層 15 を完全に除去することが可能である。粗面 8 によって、半導体チップ 100 からの放射の取り出し効率を高めることができる。粗面 8 の平均粗さは、好ましくは 0.4 μm ~ 4.0 μm の範囲内（両端値を含む）、特に、0.5 μm ~ 1.5 μm の範囲内（両端値を含む）である。さらには、粗面 8 が形成されている面 40 に、n 型コンタクト接続部 12n が形成されている。この n 型コンタクト接続部 12n は、特に、1 層または複数の金属層、もしくは透明導電性酸化物（transparent conductive oxide）、またはその両方によって、形成されている。特に、n 型コンタクト接続部 12n は、いわゆるボンディングパッドである。したがって、図 2 によると、電流フローは中間層 5 を介して達成され、したがって、中間層 5 を導電性として（すなわち、特に n 型にドーパされるように）具体化する必要がある。

30

【0039】

図 2 による半導体チップ 100 は、図 1 による半導体チップ 100 から、以下のように製造することができる。成長基板 11 の上に半導体積層体 100 を成長させた後、p 型コンタクト接続部 12p を設け、次いで、この p 型コンタクト接続部 12p の上にキャリア 9 を結合する。その後、半導体積層体 1 およびキャリア 9 から、特にレーザリフトオフ法によって成長基板 11 を除去する。この場合、n 型にドーパされた積層体 4 のうち、成長基板 11 の近くに位置する薄い領域（具体的には、ドーパされていない層 15 の一部）を分解させる。半導体積層体 1 から成長基板 11 を除去した後、n 型にドーパされた積層体 4 の部分層 17 の面 40 に、特にエッチングによって、粗面 8 を形成する。

40

【0040】

図 3 による半導体チップ 100 の例示的な実施形態においては、n 型コンタクト接続部 12n と p 型コンタクト接続部 12p とが、活性ゾーン 3 の同じ側に配置されている。この構造が可能であるのは、特に、めっきスルーホール 10 が、n 型コンタクト接続部 12n を起点として、p 型にドーパされた積層体 2 および活性ゾーン 3 を貫いて、n 型にドーパされた積層体 4 の方に形成されていることによる。めっきスルーホール 10 は、1 種類または複数種類の金属によって形成することができる。n 型コンタクト接続部 12n（キ

50

ャリア 9 と p 型コンタクト層 1 2 p との間に形成されている) と、n 型にドーブされた積層体 4 の電流拡散層 7 との間の直接的な電気接続が、めっきスルーホール 1 0 を介して形成されている。

【0041】

n 型コンタクト接続部 1 2 n およびめっきスルーホール 1 0 は、活性ゾーン 3 と、p 型にドーブされた積層体 2 と、p 型コンタクト接続部 1 2 p とから、電気絶縁層 1 3 によって隔てられており、電気絶縁層 1 3 は、例えば、透明な材料(例:二酸化ケイ素、窒化ケイ素)によって形成されている。この例示的な実施形態においては、p 型コンタクト接続部 1 2 p は、動作時に活性ゾーン 3 において生成される放射に対するミラー 1 6 a の役割も果たし、放射は粗面 8 を介して半導体チップ 1 0 0 から取り出される。

10

【0042】

粗面 8 の側の、めっきスルーホール 1 0 の面には、さらなるミラー 1 6 b (例えば銀のミラー)が設けられていることが好ましい。記載した形態のバリエーションとして、ミラー 1 6 b が、絶縁層 1 3 とめっきスルーホール 1 0 との間に部分的または完全に延在していることも可能である。

【0043】

したがって、この例示的な実施形態によると、活性ゾーン 3 への通電は中間層 5 を介して行われない。結果として、中間層 5 は、ドーブせずに、5 % ~ 5 0 % の範囲内(両端値を含む)の高い Al 含有量を有する、または、AlN をベースとする、あるいは AlN からなる層とすることができる。

20

【0044】

図 4 による例示的な実施形態においては、半導体チップ 1 0 0 の半導体積層体 1 は、2 層の中間層 5 を備えている。これら 2 層の中間層 5 の間には、高濃度に n 型にドーブされた電流拡散層 7 が配置されている。電流拡散層 7 は、中間層 5 のように AlGaIn をベースとするのではなく、例えば GaIn をベースとしており、好ましくは少なくとも $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ の高いドーパント濃度を有する。電流拡散層 7 は、2 層の中間層 5 に直接隣接していることが好ましい。図 4 による半導体チップ 1 0 0 のそれ以外の構造は、図 1 による例示的な実施形態と同じである。

【0045】

図 5 による半導体チップ 1 0 0 は、図 4 による半導体チップ 1 0 0 の発展形態であり、図 1 と図 2 の関係と同様である。n 型コンタクト接続部 1 2 n から p 型コンタクト接続部 1 2 p への電流フローが 2 層の中間層 5 を介して達成されるため、これらの中間層 5 は、ドーブされた導電性の層として具体化されている。

30

【0046】

図 6 による半導体チップ 1 0 0 の例示的な実施形態においては、中間層 5 b は、めっきスルーホール 1 0 が貫いており、中間層 5 a は、図 1 ~ 図 5 による中間層 5 と同様に中断のない連続的な層である。めっきスルーホール 1 0 は、n 型コンタクト接続部 1 2 n を電流拡散層 7 に直接的に導電接続している。この例示的な実施形態においては、めっきスルーホール 1 0 が貫いている中間層 5 b は、めっきスルーホール 1 0 の切取り部をエッチングする際の終端を検出する役割を果たすことができる。電流フローは中間層 5 a を介さないため、中間層 5 a は、ドーブする、またはドーブしないことができる。

40

【0047】

他の例示的な実施形態すべてにおいても、中間層 5 , 5 a , 5 b と、電流拡散層 7 と、ドーブされていない層 1 5 もしくは部分層 1 7 またはその両方が、バッファ層 6 の一部を形成していることが可能である。

【0048】

図 7 A および図 7 B は、中間層を備えていない発光ダイオードチップを示している。割れ 1 4 もしくは穴 1 4 またはその両方は、成長基板 1 1 の上に半導体積層体 1 を成長させるとき、ドーブされていない層 1 5 または n 型にドーブされた積層体 4 (図 7 によると 1 層によって形成されている) と、成長基板 1 1 との間の界面に形成される、あるいは、成

50

長時、またはレーザリフトオフ法を行うときに、半導体積層体 1 の中に形成される（図 7 A を参照）。半導体積層体 1 から、例えばレーザリフトオフ法によって成長基板 11 を分離すると、割れ 14 や穴 14 の一部分が表面に現れる（図 7 B を参照）。

【0049】

割れ 14 や穴 14 の一部は、n 型にドーブされた積層体 4 の面 40 から p 型コンタクト接続部 12 p に達する。以降の方法ステップ（例えば n 型にドーブされた積層体 4 に粗面を形成する方法ステップ）において、薬液（例えば硝酸、水酸化カリウム溶液）は、これらの割れ 14 や穴 14 を介して、半導体積層体 1 を通って p 型コンタクト接続部 12 p に達しうる、すなわち半導体積層体 1 を完全に浸透することがある。

【0050】

例えば、これらの薬剤の結果として、p 型コンタクト接続部 12 p（好ましくはミラー 16, 16a として具体化されている）が腐食または損傷し、その結果として、p 型コンタクト接続部 12 p の反射率が下がり、半導体チップからの放射の取り出し効率が低下することがある。めっきスルーホール 10 におけるミラー 16b が損傷する危険性は（図 3 および図 6 を参照）、ミラー 16b と粗面 8 との間の距離が小さいため、さらに高い。

【0051】

図 8 は、中間層 5 を有する半導体チップ 100 の例示的な実施形態を示しており、半導体積層体 1 から成長基板 11 を分離した後の状態である。記載した形態のバリエーションとして、層 15 および層 17 のうちの一方のみを設けることも可能である。図 8 による半導体積層体 1 においても、n 型にドーブされた積層体 4 の面 40 から p 型コンタクト接続部 12 p の方に、割れ 14 や穴 14 が延び、例えばレーザリフトオフ法の結果として、分離された成長基板 11 の側の面 40 に現れる。

【0052】

しかしながら、図 8 によると、面 40 から活性ゾーン 3 の方に延びている割れ 14 や穴 14 のすべて、または少なくとも一部が、中間層 5 によって覆われて閉じられている。この場合、半導体積層体 1 または中間層 5 を成長させるとき、中間層 5 の突出部 50 が活性ゾーン 3 から成長基板 11 の方に延びる。突出部 50 は、中間層 5 と同じ材料によって形成されている。したがって、突出部 50 は、割れ 14 や穴 14 の少なくとも一部の中に栓のように入り込み、半導体積層体 1 の成長方向に垂直な方向には、割れ 14 や穴 14 の横方向の境界領域の少なくとも一部分に直接結合される。同様に、割れ 14 や穴 14 の少なくとも一部を突出部 50 の材料によって完全に満たすことも可能である。

【0053】

したがって、中間層 5 は、割れ 14 や穴 14 に対して一種の栓または蓋となる層として使用されている。これが可能であるのは、特に、中間層 5 および突出部 50 が、GaN ではなく AlGaN によって形成されているためである。表面におけるエピタキシャル成長時、アルミニウム原子は、ガリウム原子よりも移動性が小さい。これにより、割れ 14 や穴 14 を閉じて、その一部分に入り込むことができる。

【0054】

さらに半導体積層体 1 をエピタキシャル成長させるとき、割れ 14 や穴 14（例えば、成長基板 11 とは反対側の、n 型にドーブされた積層体の面 40 から、p 型コンタクト接続部 12 p に達する）が発生しうるが、活性ゾーン 3 とは反対側の層 15, 17 の面から、p 型コンタクト接続部 12 p またはミラー 16b（図 3 および図 6）まで途切れずに連続的に延びる割れ 14 や穴 14 は存在しない。結果として、以降の工程ステップ時、特に、低い粘性の薬液が使用される工程時に、ミラー 16, 16a, 16b、あるいは、めっきスルーホール 10 またはコンタクト接続部 12 n, 12 p のそれ以外の材料（例えば、Al、WN、Ti）は、損傷を受けない。特に、半導体積層体 1 の粗面 8 または外側境界領域とミラー 16, 16a, 16b との間の距離が特に小さいとき、特に、図 3 および図 6 による例示的な実施形態の場合、割れ 14 や穴 14 を中間層 5 によってふさぐ効果は重要である。

【0055】

図 9 は、半導体チップ 100 のさらなる例示的な実施形態を、断面図および対応する平面図として示しており、平面図は、例えばボンディングワイヤのためのコンタクト領域 18 を有する放射通過面を示している。それぞれの半導体チップ 100 は、複数のめっきスルーホール 10 およびミラー 16 b (断面図には示していない) を備えている (図 3 および図 6 を参照)。したがってそれぞれの場合において、めっきスルーホール 10 およびミラー 16 b は、p 型導電積層体 2 から電流拡散層 7 (それぞれ約 $1.1 \mu\text{m}$ の厚さを有する) の中まで達している。

【0056】

中間層 5 は、図 9 A によると約 60 nm の厚さを有し、図 9 B によると約 30 nm の厚さを有する。それぞれの場合において、n 型にドーピングされた層 17 は、約 $1.3 \mu\text{m}$ の厚さを有する。図 9 C によると、それぞれ約 30 nm の厚さを有する 2 層の中間層 5 a, 5 b の間に、電流拡散層 7 が配置されている。したがってそれぞれの場合において、活性ゾーン 3 とは反対側の電流拡散層 7 の面に、少なくとも 1 層の中間層 5, 5 a, 5 b が存在する。放射通過面の平面図は、ミラー 16 b の反射率が低下しておらず、したがって損傷していないことを示している。特に、放射の 50% 以上または 80% 以上が、放射通過面を通して半導体チップ 100 から放出される。

10

【0057】

図 10 A および図 10 B による発光ダイオードチップの場合には、それぞれの図において、中間層 5 は、電流拡散層 7 と活性ゾーン 3 との間に位置している。したがって、ミラー 16 b と放射通過面との間には中間層が存在しない。結果として、例えば、放射通過面に粗面を形成するとき、ミラー 16 b が薬液にさらされて損傷し (陰影によって示してある)、したがってミラー 16 b の反射率が低下する。

20

【0058】

半導体チップ 100 の例示的な実施形態においては、中間層 5 を備えた半導体積層体 1 は、単純化した断面図として示してあり、特に、電気コンタクトを描いてない。半導体積層体 1 における割れ 14 や穴 14 は、中間層 5 によって直径が減少している、または中間層 5 の領域において、中間層 5 の材料によって完全に覆われている、または遮られている。

【0059】

したがって、割れ 14 や穴 14 は、半導体積層体の成長方向に沿って見たとき、中間層 5 の下流よりも中間層 5 の上流において大きい。さらには、割れ 14 や穴 14 が延びる方向を、中間層 5 によって変化させることができる。結果として、薬液、蒸気、金属の拡散のうちの少なくとも 1 つに対して、割れ 14 や穴 14 がふさがれる。

30

【0060】

しかしながら、中間層 5 によって、半導体積層体 1 の結晶格子中の割れ 14 や穴 14 が排除されるわけではなく、半導体積層体 1 の成長方向に沿って見たとき、中間層 5 の下流に続いている。言い換えれば、割れ 14 や穴 14 の数は、中間層 5 によって大幅には減少しないことがある。しかしながら、中間層 14 の両側にほぼ同じ数の割れ 14 や穴 14 が残っていても、中間層 5 の材料によって割れ 14 や穴 14 は薬剤に対して不浸透性になっている。

40

【0061】

ここまで、本発明について例示的な実施形態に基づいて説明してきたが、本発明はこれらの実施形態に限定されない。本発明は、任意の新規の特徴および特徴の任意の組合せを包含しており、特に、請求項における特徴の任意の組合せを含んでいる。これらの特徴または特徴の組合せは、それ自体が請求項あるいは例示的な実施形態に明示的に記載されていない場合であっても、本発明に含まれる。

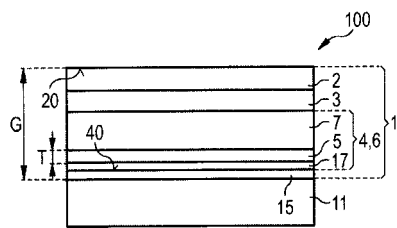
【0062】

関連出願

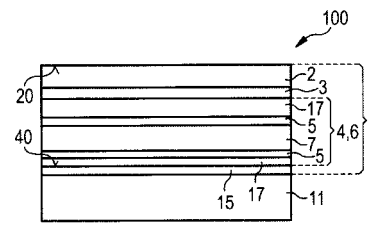
本特許出願は、独国特許出願第 102009060749.8 号の優先権を主張し、この文書の開示内容は参照によって本出願に組み込まれている。

50

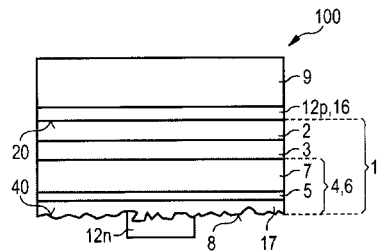
【 図 1 】



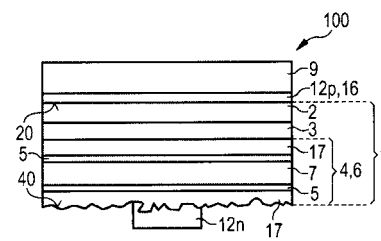
【 図 4 】



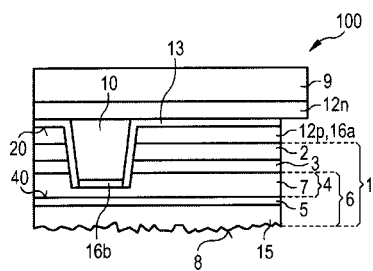
【 図 2 】



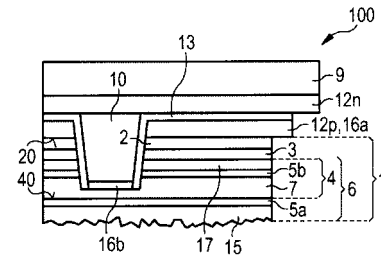
【 図 5 】



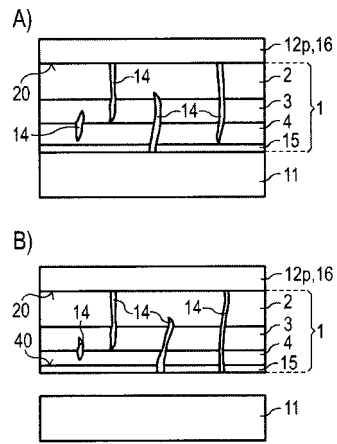
【 図 3 】



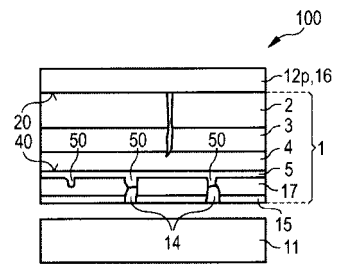
【 図 6 】



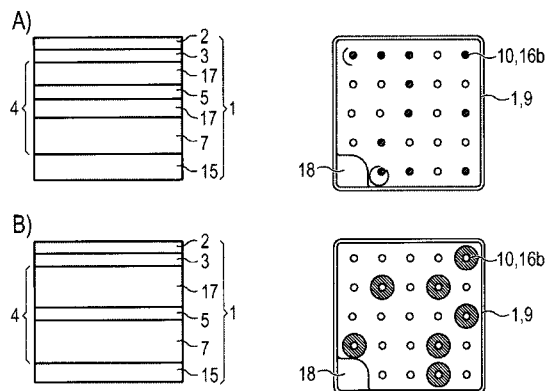
【図 7】



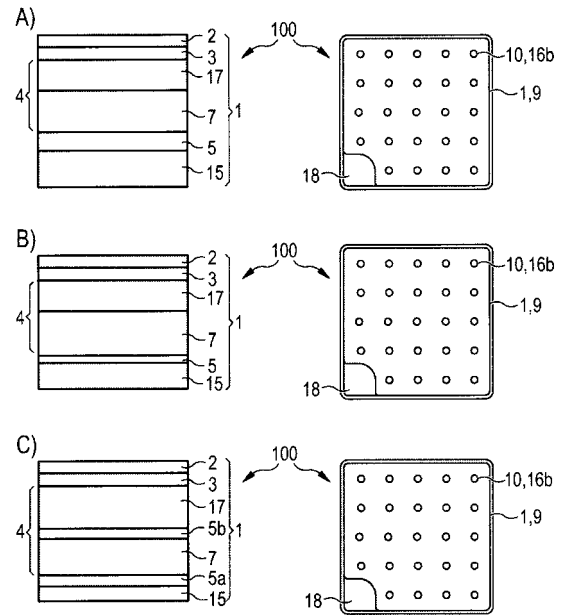
【図 8】



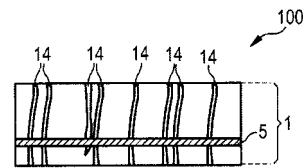
【図 10】



【図 9】



【図 11】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2010/070274

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☒ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
1-3, 5-8, 10-14
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/070274

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L33/00 H01L33/32 H01L33/02
 ADD. H01L33/22 H01L33/16 H01L33/12

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 C23C

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, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/036658 A1 (SHOWA DENKO KK [JP]; SAKAI HIROMITSU [JP]; OKUYAMA MINEO [JP]) 21 April 2005 (2005-04-21) page 7, line 23 - page 22, line 24 figures 1-3	1-3,5-7, 12
X	EP 2 019 437 A1 (SHOWA DENKO KK [JP]) 28 January 2009 (2009-01-28) column 5, line 52 - column 21, line 29 figures 1, 2, 6	1,5,7, 10,13,14
X	EP 1 814 164 A2 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES [JP]; RIKEN [JP]) 1 August 2007 (2007-08-01) column 7, line 22 - column 9, line 39 figures 2-6	1,2,5-7, 14
	----- -/--	

☒ 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.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 September 2011

Date of mailing of the international search report

10/10/2011

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

Sauerer, Christof

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/070274

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 1 505 698 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 9 February 2005 (2005-02-09) page 5, line 19 - page 6, line 39 figures 8A-9 -----	1,10,13
X	US 6 147 364 A (ITAYA KAZUHIKO [JP] ET AL) 14 November 2000 (2000-11-14) figure 19 column 23, line 61 - column 24, line 59 -----	1,2,5,7, 8,10,11
X	US 6 121 638 A (RENNIE JOHN [JP] ET AL) 19 September 2000 (2000-09-19) figure 24 column 12, line 61 - column 14, line 49 -----	1,2,5,7, 10,11
X	US 2002/110945 A1 (KURAMATA AKITO [JP] ET AL) 15 August 2002 (2002-08-15) page 7, paragraph [0147] - page 9, paragraph [0180] figure 6A -----	1,2,5,7
A	DE 10 2007 057241 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 4 June 2009 (2009-06-04) the whole document -----	1-3,5-8, 10-14
A	DE 10 2008 032318 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 1 October 2009 (2009-10-01) figure 1 page 8/18, paragraph [0068] - page 10/18, paragraph [0095] -----	10,11,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/070274

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005036658	A1	21-04-2005	NONE
EP 2019437	A1	28-01-2009	CN 101438429 A 20-05-2009 WO 2007129773 A1 15-11-2007 KR 20080098550 A 10-11-2008 US 2009146161 A1 11-06-2009
EP 1814164	A2	01-08-2007	CN 101009352 A 01-08-2007 JP 2007201195 A 09-08-2007 KR 20070078382 A 31-07-2007 US 2007170459 A1 26-07-2007
EP 1505698	A2	09-02-2005	AT 442669 T 15-09-2009 CN 1581528 A 16-02-2005 JP 2005057262 A 03-03-2005 KR 20050017685 A 23-02-2005 US 2005029506 A1 10-02-2005
US 6147364	A	14-11-2000	NONE
US 6121638	A	19-09-2000	NONE
US 2002110945	A1	15-08-2002	JP 4166885 B2 15-10-2008 JP 2000040858 A 08-02-2000
DE 102007057241	A1	04-06-2009	NONE
DE 102008032318	A1	01-10-2009	CN 101971371 A 09-02-2011 WO 2009121319 A1 08-10-2009 EP 2260516 A1 15-12-2010 JP 2011517064 A 26-05-2011 KR 20100134593 A 23-12-2010 US 2011049555 A1 03-03-2011

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2010/070274

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-3, 6, 10, 12-14 (in full); 5, 7 (in part)

Light-emitting semiconductor chip comprising an epitaxially grown semiconductor layer sequence based on group III nitrides, having an active zone between a p-doped layer sequence and a n-doped layer sequence, and comprising at least one intermediate layer based on $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$, where $0 < x \leq 1$, said intermediate layer being on the same side of the active zone as the n-doped layer sequence, wherein at least one of the following relationships applies:

- the intermediate layer comprises elevations which extend into cracks and/or holes in a layer of the semiconductor layer sequence that adjoins the intermediate layer, wherein the elevations are at least at some points in direct contact to boundary surfaces of the cracks and/or holes, and wherein at least part or all of the cracks and/or holes are completely covered by the intermediate layer, and/or
- the size of the cracks and/or holes is reduced along a growth direction of the semiconductor layer sequence due to the intermediate layer, wherein at least part of the cracks and/or holes extend on both sides of the intermediate layer; wherein a specific chemical permeability of the intermediate layer is lower than a specific chemical permeability of the layers of the semiconductor layer sequence that adjoin the intermediate layer; and

use of an intermediate layer based on $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$, where $0.03 \leq x \leq 1$, in an epitaxially grown semiconductor layer sequence based on GaN, InGaN, AlGaN and/or InAlGaN as a closure layer for holes and/or cracks in a layer of the semiconductor layer sequence that adjoins the intermediate layer, an extension of the holes and/or cracks in a lateral direction being at most 0.40 micrometers, wherein at least one of the following relationships applies:

- elevations of the intermediate layer extend into the cracks and/or holes of the adjoining layer, and the elevations are at least at some points in direct contact to lateral boundary surfaces of the cracks and/or holes and at least part or all of the cracks and/or holes are completely covered by the intermediate layer, and/or
- the size of the cracks and/or holes is reduced along a growth direction of the semiconductor layer sequence, wherein at least part of the cracks and/or holes extend on both sides of the intermediate layer.

1.1. Claim 3

Light-emitting semiconductor chip according to claim 1, where a dopant substance concentration of an intermediate layer is within the range starting from 4×10^{18} per cm^3 , inclusive, to 5×10^{19} per cm^3 , inclusive, and a dopant is Si.

1.2. Claims 6 (in full); 5, 7 (in part)

Light-emitting semiconductor chip according to claim 1, where $0.03 \leq x \leq 0.5$, and which has precisely such an intermediate layer.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2010/070274

1.3. Claims 10, 13

Light-emitting semiconductor chip according to claim 1, where the active zone is penetrated by an electrical via,
or
where all electrical contacts for supplying current to the semiconductor chip are located on a side of the p-doped layer sequence that faces away from the active zone.

1.4. Claim 12

Light-emitting semiconductor chip according to claim 1, where a total thickness of the semiconductor layer sequence is within the range starting from 1.0, inclusive, to 10.0 micrometers, inclusive.

2. Claim 4

Light-emitting semiconductor chip according to claim 1, where an intermediate layer is undoped.

3. Claims 8, 11 (in full); 5, 7 (in part)

Light-emitting semiconductor chip according to claim 1, where $0.03 \leq x \leq 0.5$, and which has precisely two of the intermediate layers.

4. Claim 9

Light-emitting semiconductor chip according to claim 1, where one of the sides of the semiconductor layer sequence that faces away from the active zone has a roughening presenting an average roughness within the range starting from 0.4 and 4.0 micrometers, inclusive, on the same side of the active zone as the n-doped layer sequence.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/070274**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☒ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
1-3, 5-8, 10-14

4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☒ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/070274

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L33/00 H01L33/32 H01L33/02
 ADD. H01L33/22 H01L33/16 H01L33/12

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L C23C

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, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2005/036658 A1 (SHOWA DENKO KK [JP]; SAKAI HIROMITSU [JP]; OKUYAMA MINEO [JP]) 21. April 2005 (2005-04-21) Seite 7, Zeile 23 - Seite 22, Zeile 24 Abbildungen 1-3 -----	1-3, 5-7, 12
X	EP 2 019 437 A1 (SHOWA DENKO KK [JP]) 28. Januar 2009 (2009-01-28) Spalte 5, Zeile 52 - Spalte 21, Zeile 29 Abbildungen 1, 2, 6 -----	1, 5, 7, 10, 13, 14
X	EP 1 814 164 A2 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES [JP]; RIKEN [JP]) 1. August 2007 (2007-08-01) Spalte 7, Zeile 22 - Spalte 9, Zeile 39 Abbildungen 2-6 ----- -/-	1, 2, 5-7, 14

☒ 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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. September 2011

Abschließendes Datum des internationalen Recherchenberichts

10/10/2011

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

Sauerer, Christof

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/070274

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 505 698 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 9. Februar 2005 (2005-02-09) Seite 5, Zeile 19 - Seite 6, Zeile 39 Abbildungen 8A-9 -----	1,10,13
X	US 6 147 364 A (ITAYA KAZUHIKO [JP] ET AL) 14. November 2000 (2000-11-14) Abbildung 19 Spalte 23, Zeile 61 - Spalte 24, Zeile 59 -----	1,2,5,7, 8,10,11
X	US 6 121 638 A (RENNIE JOHN [JP] ET AL) 19. September 2000 (2000-09-19) Abbildung 24 Spalte 12, Zeile 61 - Spalte 14, Zeile 49 -----	1,2,5,7, 10,11
X	US 2002/110945 A1 (KURAMATA AKITO [JP] ET AL) 15. August 2002 (2002-08-15) Seite 7, Absatz [0147] - Seite 9, Absatz [0180] Abbildung 6A -----	1,2,5,7
A	DE 10 2007 057241 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 4. Juni 2009 (2009-06-04) das ganze Dokument -----	1-3,5-8, 10-14
A	DE 10 2008 032318 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 1. Oktober 2009 (2009-10-01) Abbildung 1 Seite 8/18, Absatz [0068] - Seite 10/18, Absatz [0095] -----	10,11,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/070274

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005036658	A1	21-04-2005	KEINE	
EP 2019437	A1	28-01-2009	CN 101438429 A	20-05-2009
			WO 2007129773 A1	15-11-2007
			KR 20080098550 A	10-11-2008
			US 2009146161 A1	11-06-2009
EP 1814164	A2	01-08-2007	CN 101009352 A	01-08-2007
			JP 2007201195 A	09-08-2007
			KR 20070078382 A	31-07-2007
			US 2007170459 A1	26-07-2007
EP 1505698	A2	09-02-2005	AT 442669 T	15-09-2009
			CN 1581528 A	16-02-2005
			JP 2005057262 A	03-03-2005
			KR 20050017685 A	23-02-2005
			US 2005029506 A1	10-02-2005
US 6147364	A	14-11-2000	KEINE	
US 6121638	A	19-09-2000	KEINE	
US 2002110945	A1	15-08-2002	JP 4166885 B2	15-10-2008
			JP 2000040858 A	08-02-2000
DE 102007057241	A1	04-06-2009	KEINE	
DE 102008032318	A1	01-10-2009	CN 101971371 A	09-02-2011
			WO 2009121319 A1	08-10-2009
			EP 2260516 A1	15-12-2010
			JP 2011517064 A	26-05-2011
			KR 20100134593 A	23-12-2010
			US 2011049555 A1	03-03-2011

Internationales Aktenzeichen PCT/ EP2010/ 070274

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-3, 6, 10, 12-14(vollständig); 5, 7(teilweise)

Lichtemittierender Halbleiterchip mit einer auf Gruppe III-Nitriden basierenden, epitaktisch gewachsenen Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Zone, die sich zwischen einer p-dotierten Schichtenfolge und einer n-dotierten Schichtenfolge befindet, und mit zumindest einer auf $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ basierenden Zwischenschicht mit $0 < x \leq 1$, die sich an derselben Seite der aktiven Zone wie die n-dotierte Schichtenfolge befindet, wobei mindestens einer der folgenden Zusammenhänge gilt:

- die Zwischenschicht weist Erhebungen auf, die sich in Risse und/oder Löcher in einer an die Zwischenschicht angrenzenden Schicht der Halbleiterschichtenfolge erstrecken, wobei die Erhebungen wenigstens stellenweise in direktem Kontakt zu Begrenzungsflächen der Risse und/oder Löcher stehen und zumindest ein Teil oder alle der Risse und/oder Löcher vollständig von der Zwischenschicht überdeckt sind, und/oder
- durch die Zwischenschicht ist eine Größe der Risse und/oder Löcher, entlang einer Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge, verringert, wobei sich mindestens ein Teil der Risse und/oder Löcher beiderseits der Zwischenschicht erstreckt; wobei eine spezifische Chemikaliendurchlässigkeit der Zwischenschicht kleiner ist als für an die Zwischenschicht angrenzende Schichten der Halbleiterschichtenfolge; und

Verwendung einer auf $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ basierenden Zwischenschicht mit $0,03 \leq x \leq 1$ in einer auf GaN, InGaN, AlGaIn und/oder InAlGaIn basierenden, epitaktisch gewachsenen Halbleiterschichtenfolge als Verschlussschicht für Löcher und/oder Risse in einer an die Zwischenschicht angrenzenden Schicht der Halbleiterschichtenfolge, wobei eine Ausdehnung der Löcher und/oder Risse in einer lateralen Richtung höchstens 0,40 Mikrometer beträgt, wobei mindestens einer der folgenden Zusammenhänge gilt:

- Erhebungen der Zwischenschicht erstrecken sich in die Risse und/oder Löcher der angrenzenden Schicht, und die Erhebungen stehen wenigstens stellenweise in direktem Kontakt zu lateralen Begrenzungsflächen der Risse und/oder Löcher und wenigstens ein Teil oder alle der Risse und/oder Löcher sind vollständig von der Zwischenschicht überdeckt, und/oder
- durch die Zwischenschicht ist eine Größe der Risse und/oder Löcher, entlang einer Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge, verringert, wobei sich mindestens ein Teil der Risse und/oder Löcher beiderseits der Zwischenschicht erstreckt.

1.1. Anspruch: 3

Internationales Aktenzeichen PCT/ EP2010/ 070274

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Lichtemittierender Halbleiterchip nach Anspruch 1, bei dem eine Dotierstoffkonzentration einer Zwischenschicht zwischen einschließlich 4×10^{18} pro cm^3 und 5×10^{19} pro cm^3 liegt und ein Dotierstoff Si ist.

1.2. Ansprüche: 6(vollständig); 5, 7(teilweise)

Lichtemittierender Halbleiterchip nach Anspruch 1, bei dem $0,03 \leq x \leq 0,5$ gilt, und der genau eine solche Zwischenschicht umfasst.

1.3. Ansprüche: 10, 13

Lichtemittierender Halbleiterchip nach Anspruch 1, bei dem die aktive Zone von einer elektrischen Durchkontaktierung durchdrungen ist, oder bei dem sich alle elektrischen Kontaktierungen zur Bestromung des Halbleiterchips an einer der aktiven Zone abgewandten Seite der p-dotierten Schichtenfolge befinden.

1.4. Anspruch: 12

Lichtemittierender Halbleiterchip nach Anspruch 1, bei dem eine Gesamtdicke der Halbleiterschichtenfolge zwischen einschließlich 1,0 Mikrometer und 10,0 Mikrometern liegt.

2. Anspruch: 4

Lichtemittierender Halbleiterchip nach Anspruch 1, bei dem eine Zwischenschicht undotiert ist.

3. Ansprüche: 8, 11(vollständig); 5, 7(teilweise)

Lichtemittierender Halbleiterchip nach Anspruch 1, bei dem $0,03 \leq x \leq 0,5$ gilt, und der genau zwei der Zwischenschichten umfasst.

4. Anspruch: 9

Lichtemittierender Halbleiterchip nach Anspruch 1, bei dem eine der aktiven Zone abgewandte Seite der Halbleiterschichtenfolge, auf derselben Seite der aktiven Zone wie die n-dotierte Schichtenfolge, eine Aufrauung mit einer mittleren Rauheit zwischen einschließlich 0,4 Mikrometern und 4,0 Mikrometern aufweist.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, 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, RS, 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

(72)発明者 ペーター マティアス

ドイツ国 9 3 0 5 5 レーゲンスブルク ディーベンブロックシュトラッセ 1

(72)発明者 マイヤー トビアス

ドイツ国 9 3 3 4 6 イルラーシュタイン グロンスドルファー ヴェーク 2 5

(72)発明者 グマインワイザー ニコラウス

ドイツ国 9 3 0 8 3 オーバートラウブリング エムスバッハシュトラッセ 7

(72)発明者 瀧 哲也

神奈川県横浜市港北区新羽町 7 9 0

(72)発明者 ルガウアー ハンス - ユルゲン

ドイツ国 9 3 1 6 1 ジンツィング アム エーガルテン 1 4

(72)発明者 ワルター アレキサンダー

ドイツ国 9 3 1 6 4 バーバー ヴァインベルクヴェグ 9

Fターム(参考) 5F141 AA41 AA43 CA05 CA40 CA65 CA74 CA77 CA88 CA93 CB15

CB36