

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5243436号
(P5243436)

(45) 発行日 平成25年7月24日(2013.7.24)

(24) 登録日 平成25年4月12日(2013.4.12)

(51) Int.Cl.

H01L 33/48 (2010.01)

F 1

H01L 33/00 400

請求項の数 35 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-529520 (P2009-529520)
 (86) (22) 出願日 平成19年9月10日 (2007.9.10)
 (65) 公表番号 特表2010-505249 (P2010-505249A)
 (43) 公表日 平成22年2月18日 (2010.2.18)
 (86) 國際出願番号 PCT/DE2007/001638
 (87) 國際公開番号 WO2008/040289
 (87) 國際公開日 平成20年4月10日 (2008.4.10)
 審査請求日 平成22年5月10日 (2010.5.10)
 (31) 優先権主張番号 102006046677.2
 (32) 優先日 平成18年9月29日 (2006.9.29)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)
 (31) 優先権主張番号 102007004302.5
 (32) 優先日 平成19年1月29日 (2007.1.29)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 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 Semiconduc
 tors 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ーゼ 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】半導体チップおよび半導体チップの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射を生成する活性領域(21)を備えた半導体層列を有する半導体ボディ(2)と支持体(3)とを備えた半導体チップ(1)において、

前記支持体(3)は前記半導体ボディ(2)と対向する側において第1の支持体面(31)を有し、且つ前記半導体ボディ(2)側とは反対側において第2の支持体面(32)を有し、

前記半導体ボディ(2)は結合層(4)を用いて材料結合により前記支持体(3)に固定されており、

前記第2の支持体面(32)と前記活性領域(21)との間に複数の反射性または散乱性の素子(40, 7)が形成されており、

前記複数の反射性または散乱性の素子は、少なくとも部分的に表面構造を有する境界面(7)によって形成されており、

前記境界面(7)の前記表面構造は構造化された表面(8)によって形成されており、前記構造化された表面(8)は光格子用に構成されていることを特徴とする、半導体チップ(1)。

【請求項 2】

前記複数の反射性または散乱性の素子(40, 7)は前記第2の支持体面(32)と前記半導体ボディ(2)との間に形成されている、請求項1記載の半導体チップ。

【請求項 3】

10

20

前記半導体ボディ(2)と前記結合層(4)との間に、前記活性領域において生成された放射に対して透過性であるコンタクト層(61)が形成されている、請求項1または2記載の半導体チップ。

【請求項4】

前記コンタクト層(61)はT C O材料を含有する、請求項3記載の半導体チップ。

【請求項5】

前記コンタクト層(61)の屈折率は前記半導体ボディ(2)の屈折率に適合している、請求項3または4記載の半導体チップ。

【請求項6】

前記半導体ボディ(2)と前記支持体(3)との間にミラー層(5)が配置されている 10
、請求項1から5までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項7】

前記結合層は前記表面構造を備えた前記境界面(7)上に付着成形されている、請求項1から6までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項8】

前記表面構造を備えた前記境界面(7)は前記ミラー層(5)の前記活性領域側の面(50)であり、前記境界面(7)の前記表面構造は前記構造化された表面(8)の構造に従う、請求項6記載の半導体チップ。

【請求項9】

前記構造化された表面は、凸部または凹部の形態の構造的要素(80)を有し、該構造的要素(80)は不規則に配置されている、請求項1から8までのいずれか1項記載の半導体チップ。 20

【請求項10】

前記構造化された表面は、凸部または凹部の形態の構造的要素(80)を有し、該構造的要素(80)は周期的に配置されている、請求項1から8までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項11】

前記構造的要素(80)は角錐状、角錐断端状、マイクロプリズム状または溝状に形成されている、請求項9または10記載の半導体チップ。

【請求項12】

前記構造的要素(80)は、前記半導体層列の半導体層の主延在方向に沿った方向において、前記活性領域の側において前記表面構造を備えた前記境界面(7)と接している媒体内での、前記活性領域において生成された放射のピーク波長の0.5倍以上100倍以下の範囲の寸法を有する、請求項9から11までのいずれか1項記載の半導体チップ。 30

【請求項13】

前記構造化された表面(8)は前記活性領域(21)と前記結合層(4)との間に配置されている、請求項9から12までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項14】

前記構造化された表面(8)は前記コンタクト層の前記支持体(3)側の面(63)である、請求項3記載の半導体チップ。 40

【請求項15】

前記構造化された表面(8)は前記結合層(4)と前記第2の支持体面(32)との間に配置されている、請求項1から14までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項16】

前記構造化された表面(8)は前記支持体(3)の前記第1の支持体面(31)である、請求項1から15までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項17】

前記結合層(4)は接着層である、請求項1から16までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項18】

50

前記結合層(4)は前記活性領域(21)において生成された放射に対して透過性に形成されている、請求項1から17までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項19】

前記結合層(4)は、半導体チップ(1)の動作時に前記活性領域(21)において生成された放射の前記結合層(4)内での導波を妨げるよう形成されている、請求項1から18までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項20】

前記複数の反射性または散乱性の素子は結合層(4)内に構成されている粒子(40)によって形成されている、請求項1から19までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項21】

前記結合層(4)は電気的に絶縁性に形成されている、請求項1から20までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項22】

前記半導体チップ(1)における前記活性領域(21)の前記支持体(3)側とは反対側の面上に配置されている放射放出面(10)は構造化されて形成されている、請求項1から21までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項23】

前記半導体ボディ(2)の前記支持体(3)側とは反対側の面上に、前記活性領域において生成された放射に対して透過性の別のコンタクト層(62)が配置されている、請求項3記載の半導体チップ。

【請求項24】

薄膜半導体チップとして構成されている、請求項1から23までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項25】

前記半導体ボディ(2)の前記半導体層列のための成長基板(25)が少なくとも部分的に除去されている、または薄くされている、請求項1から24までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項26】

前記結合層(4)の屈折率は前記半導体ボディ(2)の屈折率に適合されている、請求項1から25までのいずれか1項記載の半導体チップ。

【請求項27】

放射を生成する活性領域(21)を備えた半導体層列を有する半導体ボディ(2)と支持体(3)とを備えた半導体チップ(1)の製造方法において、

a) 前記半導体ボディ(2)を固定するための固定面(29)が設けられている、前記半導体層列を備えた前記半導体ボディ(2)を準備するステップと、

b) 前記半導体ボディ(2)を固定するための実装面(39)が設けられている前記支持体(3)を準備するステップと、

c) 前記半導体ボディ(2)を前記支持体(3)に固定するための結合層(4)を前記固定面(29)と前記実装面(39)との間に形成するステップと、

d) 第2の支持体面(32)と前記活性領域(21)との間に、光格子用に構成されている構造化された表面(8)によって形成されている表面構造を少なくとも部分的に有する境界面(7)によって、複数の反射性または散乱性の素子(40, 7)を形成し、半導体チップ(1)を完成させるステップとを有することを特徴とする、半導体チップ(1)の製造方法。

【請求項28】

前記ステップc)の前に前記固定面(29)を、表面構造を有する境界面(7)として形成する、請求項27記載の方法。

【請求項29】

前記ステップc)の前に前記実装面(39)を、表面構造を有する境界面(7)として形成する、請求項27記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 3 0】

前記境界面（7）の前記表面構造を構造化された表面（8）によって形成する、請求項28または29記載の方法。

【請求項 3 1】

前記表面（8）を湿式化学的または乾式化学的なエッティングにより構造化する、請求項30記載の方法。

【請求項 3 2】

前記表面構造を備えた前記境界面（7）を前記構造化された表面上に析出されたミラー層（5）によって形成し、前記境界面（7）の表面構造を前記構造化された表面（8）の構造に対応させる、請求項27から31までのいずれか1項記載の方法。 10

【請求項 3 3】

前記結合層（4）を内部に粒子（40）が構成されている結合材料によって形成する、請求項27から32までのいずれか1項記載の方法。

【請求項 3 4】

前記ステップa）において前記半導体層列が設けられる成長基板（25）を前記ステップc）の後に少なくとも部分的に除去する、または薄くする、請求項27から33までのいずれか1項記載の方法。

【請求項 3 5】

請求項1から26までのいずれか1項記載の半導体チップ（1）を製造する、請求項27から34までのいずれか1項記載の方法。 20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は半導体チップならびに半導体チップの製造方法に関する。

【0002】

本願は、ドイツ連邦共和国特許出願第10 2006 046 677.2号および第10 2007 004 302.5号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取り入れられる。

【0003】

出力結合効率が高い、すなわち半導体チップにおいて生成される光子の数に対する半導体チップから出力結合される光子の数の割合が高いLED半導体チップの製造は通常の場合煩雑な製造プロセスを要する。したがって大抵の場合、LEDにおける出力結合効率の上昇は製造コストの増加を伴う。 30

【0004】

本発明の課題は、出力結合効率が高く且つ廉価に製造することができる半導体チップ、特にLED用の半導体チップを提供することである。さらには、半導体チップを廉価に製造することができる方法も提供されるべきである。

【0005】

本発明によればこの課題は、請求項1記載の特徴を備えた半導体チップおよび請求項31記載の特徴を備えた方法によって解決される。本発明の有利な実施形態および発展形態は從属請求項に記載されている。 40

【0006】

有利には、LED半導体チップとして構成されている本発明による半導体チップは支持体および半導体ボディを有する。半導体ボディは放射を生成するために設けられている活性領域を備えた半導体層列を有する。支持体は半導体ボディ側の第1の支持面と半導体ボディとは反対側の第2の支持面を有する。さらに半導体ボディは結合層を用いて材料結合により支持体に固定されており、第2の支持面と活性領域との間には複数の反射性素子または散乱性素子が構成されている。

【0007】

半導体ボディを支持体に固定するために結合層を用いて形成されている材料結合部は共融的な結合を用いる固定部に比べて有利には簡単且つ廉価に作り出すことができる。 50

【0008】

半導体ボディと支持体との間に結合層を用いて材料結合部が形成されている。ここで材料結合部とは、結合相手同士が結合しており、原子的または分子的な力に基づき結合が保たれている結合部であると解される。材料結合部の典型的な例は接着、はんだ、溶接または電気メッキを用いて形成されている結合部である。本願発明において結合層とは、材料結合部の形成に関与する特別な結合材を用いて形成されている層であると解される。

【0009】

これに対して、エピタキシャルに析出された層、例えば成長基板と半導体ボディとの間に配置されているバッファ層は本発明においては結合層とは見なされない。

【0010】

有利な実施形態においては、複数の反射性の素子または散乱性の素子が第2の支持体面と半導体ボディとの間に形成されている。したがって複数の反射性の素子または散乱性の素子を半導体ボディの外部に形成することができる。

【0011】

別の有利な実施形態においては、半導体ボディと結合層との間に、活性領域において生成された放射に対して透過性であるコンタクト層が形成されている。殊に有利にはコンタクト層は透明な導電性酸化物 (transparent conductive oxide, TCO) を含有する。透明な導電性酸化物は透明な導電性の材料であり、通常の場合は、例えば酸化亜鉛、酸化スズ、酸化カドミウム、酸化チタン、酸化インジウムまたは酸化インジウムスズ (ITO) のような金属酸化物である。例えば ZnO 、 SnO_2 または In_2O_3 のような二元金属酸素化合物の他に、例えば Zn_2SnO_4 、 $CdSnO_3$ 、 $ZnSnO_3$ 、 $MgIn_2O_4$ 、 $GaInO_3$ 、 $Zn_2In_2O_5$ または $In_4Sn_3O_{12}$ のような三元金属酸素化合物または種々の透明な導電性酸化物の混合物も TCO のグループに属する。さらに、TCO は必ずしも化学量論的な組成に対応していなければならないのではなく、p ドープまたは n ドープされていてもよい。

【0012】

この種のコンタクト層は、横方向導電性が高い場合に半導体ボディにおいて生成される放射に対して透過性に構成することができるという利点を有する。TCO を含有するコンタクト層を、殊に事前に製造されている半導体ボディ上に例えばスパッタリング、蒸着によって析出することができる。

【0013】

別の有利な実施形態においては、結合層が半導体ボディの活性領域において生成された放射に対して透過性に形成されている。このようにして、放射が結合層を通過する際の吸収損失を有利には低減することができる。

【0014】

さらに有利は結合層および / またはコンタクト層の屈折率を半導体ボディの屈折率に適合させることができる。ここでは半導体ボディの屈折率を半導体層列の平均屈折率とする。結合層またはコンタクト層の屈折率と半導体ボディの屈折率との差が小さくなればなるほど、支持体に向かって放出され、半導体ボディから放出され、複数の反射性素子または散乱性素子に入射する放射の割合が高くなる。

【0015】

別の有利な実施形態においては、結合層が結合材料によって形成されている。結合材料は有利には成形材料である。例えば結合層は接着剤から成る接着層でよい。これによって材料結合部の簡単且つ廉価な製造が容易になる。

【0016】

有利な実施形態においては、結合層、例えば接着層が絶縁性に形成されている。つまり半導体ボディを支持体から電気的に絶縁させてこの支持体に固定することができる。

【0017】

有利には半導体チップが半導体ボディと導電的に接続されている 2 つのコンタクトを有する。これらのコンタクトを介して、半導体チップの動作時に外部から電圧を印加するこ

10

20

30

40

50

とにより電流を半導体ボディに供給することができる。有利には、電流が活性領域を流れるようにコンタクトは配置されている。2つのコンタクトを結合層の支持体側とは反対側に配置することができる。この場合には、コンタクト層と第2の支持体面との間に配置されている素子、殊に支持体および結合層を絶縁性に形成することができる。代替的なヴァリエーションにおいてはコンタクトのうちの一方が第2の支持体面上に配置されている。このヴァリエーションにおいては、結合層および支持体が有利には導電性に構成されている。

【0018】

別の有利な実施形態においては、活性領域において生成された放射の結合層内の導波が妨げられるように結合層は構成されている。

10

【0019】

結合層内の導波を例えば、結合層内を伝播する放射が横方向において、すなわち半導体層列の半導体層の主延在方向に沿った方向において相互に並行に延在しており、且つ結合層と接している2つの面の間において繰り返し反射されることによって生じさせることができる。放射が面に入射する角度は、入射に統いて行われる反射時に全反射についての角度を上回る一定の値を有する。したがって、結合層内を循環する放射はこの面を介して放出され、最終的には結合層において吸収される。導波を妨げることによって、結合層から放出され、殊に放射放出面を介して放出される放射の割合を高めることができる。これによつて有利には半導体チップからの出力結合効率が高められる。

【0020】

有利な実施形態においては、複数の反射性の素子または散乱性の素子が結合層内に構成されている粒子によって形成されている。粒子を結合層用の材料マトリクス内に埋め込むことができる。有利には粒子が材料マトリクスの屈折率とは異なる屈折率を有する。粒子を活性領域において生成された放射に対して透過性または反射性に構成することができる。粒子は例えば銀粒子のような金属粒子でよい。

20

【0021】

結合層内の放射の伝播方向をこの粒子における散乱または反射に基づき変化させることができる。例えばこれによつて放射は結合層に接している面における全反射後に、全反射に関する限界角度を下回る角度でこの面に入射するように粒子において散乱される。したがつて粒子によつて結合層内の導波を妨げることができる。つまり有利には、半導体チップからの出力結合効率を高めることができる。

30

【0022】

有利な実施形態においては、半導体ボディと支持体との間にミラー層が配置されている。すなわちミラー層は半導体ボディの一部ではない。ミラー層は、活性領域において生成され、支持体に向かって放出された放射を反射させるために設けられている。さらにミラー層によつて、支持体またはミラー層と支持体との間に配置されている層における放射の吸収が阻止される。したがつて有利には支持体を活性領域において生成された放射に関する吸収特性に依存せずに選択することができる。

【0023】

ミラー層は有利には析出によつて、例えば蒸着またはスパッタリングによつて半導体ボディまたは支持体上に被着させることができる。さらに有利にはミラー層は金属を含有し、殊に有利には金属で構成されている。

40

【0024】

有利には、半導体チップは活性領域の支持体側とは反対側の面に放射放出面を有する。ミラー層によつて、活性領域において生成された放射の大部分が放射放出面を介して放出されることを容易に達成することができる。

【0025】

有利な実施形態においては、複数の反射性の素子または散乱性の素子が少なくとも部分的に表面構造を有する境界面によつて形成されている。反射性の素子または散乱性の素子は境界面の部分領域であり、境界面の表面構造によつて形成されている。

50

【0026】

有利には、表面構造を備えた境界面の少なくとも2つの部分領域が少なくとも部分的に相互に斜めまたは垂直に延在している。表面構造を備えた境界面によって、殊にこの境界面に接している層内での導波を妨げることができる。つまり有利には、半導体チップからの放射の出力結合効率を高めることができる。

【0027】

表面構造を備えた境界面上に結合層を付着成形することができる。有利には、活性領域において生成された放射の結合層内の導波を妨げることができる。

【0028】

有利な実施形態においては、境界面の表面構造は構造化された表面によって形成されている。構造化された表面はボディの表面、例えば半導体層列の半導体層、支持体またはコンタクト層の表面と解され、この表面は表面の側においてボディを部分的に除去することによって形成されている構造素子を有する。構造素子を有利には機械的および/または化学的に、例えば機械的な粗面化、湿式化学的または乾式化学的なエッティング、例えば化学的に支援されるイオンビームエッティング(Chemical assisted ion beam etching, CAIBE)または反応性イオンエッティング(reactive ion etching, RIE)によって形成することができる。

10

【0029】

第1の実施形態のヴァリエーションにおいては、表面構造を備えた境界面は構造化された表面である。

20

【0030】

第2の実施形態のヴァリエーションにおいては、表面構造を備えた境界面は層の活性領域に対向する面であり、境界面の表面構造は少なくとも部分的に構造化された表面の構造に従う。この第2の実施形態のヴァリエーションにおいては、構造化された表面が活性領域と層、有利にはミラー層との間に配置されており、層は殊に有利には構造化された表面に接している。層は構造化された表面に付着成形されているので、境界面の表面構造は構造化された表面の構造に類似する。

【0031】

折一的に、第2の実施形態のヴァリエーションにおいて、表面構造を備えた境界面と支持体との間に構造化された表面を配置することができる。有利には、表面構造を備えた境界面と構造化された表面との間隔は境界面の表面構造が構造化された表面の構造に従うように短い、殊に表面構造を備えた境界面を形成する表面を備えた層の層厚が十分に薄い。少なくともこの層の層厚は構造化された表面の構造の完全な平坦化または実質的に完全な平坦化が回避されるように薄い。

30

【0032】

第2の実施形態のヴァリエーションにおいては、表面構造を備えた境界面を形成する表面を有している層は殊に有利にはミラー層である。すなわち表面構造を備えた境界面は反射性に構成されている。

【0033】

1つの実施形態においては、構造化された表面が活性領域と結合層との間に配置されている。有利には、構造化された表面はコンタクト層の支持体と対向する面である。つまりコンタクト層内の導波を妨げることができる。これによって有利には出力結合効率を高めることができる。

40

【0034】

別の実施形態においては、構造化された表面が結合層と第2の支持体面との間に配置されている。有利には、構造化された表面は支持体の第1の支持体面である。

【0035】

もちろん、結合層の両側にそれぞれ構造化された表面を配置することもできる。例えば、支持体の第1の支持体面およびコンタクト層の支持体と対向する面をそれぞれ構造化された表面として構成することができる。

50

【 0 0 3 6 】

構造化された表面の構造素子を不規則に配置することができる。不規則に配置されている凹部のような構造素子は、例えば機械的な粗面化によって比較的簡単に形成することができる。

【 0 0 3 7 】

択一的に、構造素子を規則的に、殊に周期的に配置することができる。このようにして、所定の構造を備えた構造化された表面を例えれば光格子のために成形することができる。例えば、光格子を二次元の格子によって、すなわち相互に斜め、有利には垂直に延在する2つの方向において、一連の凹部と凸部が交番的に周期的に配置されている格子によって形成することができる。

10

【 0 0 3 8 】

規則的に配置されている構造素子も不規則に配置されている構造素子も例えれば角錐状、角錐断端状、マイクロプリズム状または溝状に形成することができる。さらには、構造素子は少なくとも部分的に湾曲した表面を有することができる。

【 0 0 3 9 】

有利な実施形態においては、構造素子が横方向の拡張部を有し、この拡張部は活性領域の側において表面構造を備えた境界面に接している媒体内での、活性領域において生成される放射のピーク波長の0.1倍以上200倍以下、殊に有利には0.5倍以上100倍以下の範囲にある。可視スペクトル領域にあるピーク波長では、横方向の拡張部に関する最大値は $20\text{ }\mu\text{m}$ が殊に有利であると分かった。光格子においては周期長、すなわち一連の構造素子が繰返される長さは、有利にはピーク波長の範囲、例えば活性領域の側において表面構造を備えた境界面に接している媒体内でのピーク波長のおよそ0.5倍から5倍の範囲にある。

20

【 0 0 4 0 】

有利な実施形態においては、半導体層列のための成長基板が除去されているか薄くされている。これをそれぞれ全体的に、または少なくとも部分的に行うことができる。

【 0 0 4 1 】

半導体ボディにおいて最初は成長基板と対向していた側を介して、活性領域において生成された放射が半導体チップから放出される際の放射の吸収を、成長基板を除去することによって、または薄くすることによって有利には低減、または少なくとも低減することができる。成長基板が薄くされる場合、半導体ボディにおいて生成された放射が成長基板を通過する際に僅かにしか吸収されないように成長基板の残りの厚さは十分に薄い。

30

【 0 0 4 2 】

活性領域において生成される放射に対して透過性である基板においても成長基板を除去すること、または薄くすることは有利である。残りの成長基板が薄くなればなるほど、半導体チップの高さをいっそう低くすることができます。半導体チップの放射放出面から放出される放射出力、したがって半導体チップの表面発光密度を高めることができる。したがって成長基板の完全な除去は有利であるが、成長基板を薄くするだけでも既に十分である。

40

【 0 0 4 3 】

さらに、成長基板が除去されている領域を半導体ボディの電気的な接触、殊に半導体チップの動作時の半導体ボディへの電流の供給に使用することができる。

【 0 0 4 4 】

支持体は半導体ボディの半導体層列のための成長基板とは異なる。つまり半導体ボディの半導体層列の析出は支持体上では行われない。したがって支持体は、殊に結晶品質に関して、成長基板に対する高い要求を満たしている必要はない。むしろ支持体を別の特性、例えば機械的な安定性または熱伝性に関して選択することができる。例えば、支持体はG a A s、G e、G a A s PまたはS iのような半導体材料を含有することができるか、支持体をその種の材料から構成することができる。択一的または付加的に、支持体は金属、プラスチックまたはセラミックを含有することができるか、支持体をその種の材料から構

50

成することができる。

【0045】

有利な実施形態においては半導体チップの放射放出面が構造化されて形成されている。半導体チップ、殊に放射放出面を形成している表面を有する層における導波を有利には回避することができる。

【0046】

別の有利な実施形態においては、半導体ボディの支持体側とは反対側に、半導体チップの動作時に活性領域において生成される放射に対して透過性であり、有利にはT C O 材料を含有するか、その種の材料から構成されている別のコンタクト層が配置されている。この別のコンタクト層は、活性領域の支持体側とは反対側から半導体ボディに電流を面状に供給することができるという利点を有する。放射放出面を別のコンタクト層の半導体ボディ側とは反対側の面によって形成することができる。10

【0047】

半導体層列のための半導体材料を例えればL P E、M B E またはM O V P E によってエピタキシャルに成長基板上に析出することができる。

【0048】

有利には、半導体ボディ、殊に活性領域はI I I - V 族半導体材料を含有する。I I I - V 族半導体材料によって、放射の生成時に有利には高い内部量子効率を達成することができる。20

【0049】

別の有利な実施形態においては、半導体チップが薄膜半導体チップとして構成されている。薄膜半導体チップ、殊に薄膜発光ダイオードチップは以下の特徴のうちの少なくとも1つを有する：

- 半導体ボディの半導体層列の活性領域において生成された放射が、半導体ボディと支持体との間に配置されているミラー層によって少なくとも部分的に半導体層列に向かって反射される；

- 半導体層列は $20 \mu m$ またはそれ以下の範囲、殊に $10 \mu m$ の範囲の厚さを有する；および / または、

- 半導体層列は、混合構造を有する少なくとも1つの面を備えた少なくとも1つの半導体層を有し、理想的な場合にはエピタキシャル層列においてほぼエルゴード的な光分布が生じる。すなわち、この光分布は可能な限りエルゴード的な確率分散特性を有する。薄膜発光ダイオードチップの原理は、例えばI. Schnitzer等によるAppl. Phys. Lett. 63 (16), 18. Oktober 1993, 2174-2176に記載されており、その開示内容は参照により本明細書の引用文献とする。30

【0050】

放射を生成するために設けられている活性領域を備えた半導体層列を有する半導体チップを製造するための本発明による方法は以下のステップを有する；

- a) 半導体ボディを固定するための固定面が設けられている、半導体層列を備えた半導体ボディを準備するステップ；

- b) 半導体ボディを固定するための実装面が設けられている、支持体を準備するステップ；

- c) 半導体ボディを支持体に固定するための結合層を固定面と実装面との間に形成するステップ；

- d) 第2の支持体面と活性領域との間に複数の反射性の素子または散乱性の素子が形成されている半導体チップを完成させるステップ。

【0051】

結合層を用いることにより、半導体ボディを支持体に廉価に固定することができる。

【0052】

別の有利な実施形態においては結合層が結合材料によって形成され、この結合層内に粒子が構成されている。有利には、結合層内の放射の導波を粒子による放射の偏向によって50

妨げることができる。

【0053】

別の有利な実施形態においては、ステップc)の前に固定面が表面構造を有する境界面として形成される。

【0054】

別の有利な実施形態においては、ステップc)の前に実装面が表面構造を有する境界面として形成される。

【0055】

固定面と実装面のそれぞれが表面構造を有する境界面として構成されることも考えられる。

10

【0056】

境界面のこの表面構造は有利には構造化された表面によって形成される。

【0057】

表面を機械的および/または化学的に、例えば機械的な粗面化、湿式化学的または乾式化学的なエッチング、例えば化学的に支援されるイオンビームエッチング (Chemical assisted ion beam etching, CAIBE) または反応性イオンエッチング (reactive ion etching, RIE) によって構造化することができる。

【0058】

構造化された表面のための構造を形成するために、例えばリソグラフィ、殊にフォトリソグラフィまたはナノインプリントリソグラフィを使用することができる。リソグラフィにおいては通常の場合、構造化すべき面上に犠牲層が配置される。犠牲層は構造化すべき表面をマスキングするために使用され、リソグラフィ後にはこの犠牲層を殊に完全に除去することができる。例えば、犠牲層を構造化すべき表面に被着させ、続けて構造化することができる。犠牲層の横方向の構造を、殊に上述のエッチング方法のうちの1つを用いて表面に転写することができる。

20

【0059】

大抵の場合、フォトリソグラフィにおいて犠牲層は感光式のレジスト層であり、その化学的な特性は相応に構造化されたマスク、例えば金属マスクを介した照射によって変更される。これによって犠牲層において構造が形成される。この方法により、横方向において数 μm の大きさの構造を有する面の構造化を実現することができる。規則的な構造も不規則的な構造も形成することができる。

30

【0060】

ナノインプリントリソグラフィにおいては、犠牲層の構造化が適切に構造化されている成形型を用いて行われる。この成形型、例えば相応に構造化されているスタンプが犠牲層に押し付けられる。犠牲層は例えば熱可塑性ポリマ (Thermoplastic Nano Imprint Lithography, T-NIL) または感光性材料 (Photo Nano Imprint Lithography, P-NIL) を含有することができる。ナノインプリントリソグラフィによって、犠牲層を殊に簡単に構造化することができる。殊に、横方向における小さい構造、すなわち 10 nm 以下の範囲までの $1\text{ }\mu\text{m}$ を下回る構造を形成することができる。したがってナノインプリントリソグラフィは赤外線、可視または紫外線のスペクトル領域の放射の波長のオーダーにある大きさの構造の形成、例えば光格子のための構造の形成に殊に適している。

40

【0061】

有利な実施形態においては、表面構造を備えた境界面がミラー層によって形成され、ミラー層は事前に構造化されている表面上に析出され、また境界面の表面構造はこの事前に構造化されている表面の構造に従う。ミラー層は有利にはスパッタリングまたは蒸着によつて、構造化された表面上に析出される。したがって反射性の面は反射性の層の析出によつて、事前に構造化されている面上に形成される。反射性の面、例えば金属面の煩雑な構造化を有利には省略することができる。

【0062】

有利な実施形態においては、半導体層列のための成長基板が除去されるか薄くされる。

50

これを全体的または部分的に行うことができる。このために、例えば研磨、エッティングまたはレーザ除去法のような方法を使用することができる。ステップ a)においては、半導体層列を備えた半導体ボディを成長基板上に準備することができる。この場合においては、成長基板が有利にはステップ c)の前に除去されるか薄くされる。

【 0 0 6 3 】

これとは異なり、成長基板をステップ c)の前に除去するか薄くすることもできる。この場合には、半導体層列を備えた半導体ボディが有利には先ず補助支持体上に固定される。この補助支持体を半導体ボディの機械的な安定化のために使用し、ステップ c)の後に再び除去することができる。このようにして、最初は成長基板と対向していた半導体ボディの面が支持体に対向している半導体チップも製造することができる。

10

【 0 0 6 4 】

既述の方法は本発明による半導体チップの製造に殊に適している。

【 0 0 6 5 】

本発明の別の特徴、有利な実施形態および有効性を以下の実施例の説明において図面と関連させて説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 6 】

【 図 1 】本発明による半導体チップの第 1 の実施例の概略的な断面図を示す。

【 図 2 】本発明による半導体チップの第 2 の実施例の概略的な断面図を示す。

20

【 図 3 】本発明による半導体チップの第 3 の実施例の概略的な断面図を示す。

【 図 4 】本発明による半導体チップの第 4 の実施例の概略的な断面図を示す。

【 図 5 】本発明による半導体チップの第 5 の実施例の概略的な断面図を示す。

【 図 6 】本発明による半導体チップの第 6 の実施例の概略的な断面図を示す。

【 図 7 】本発明による半導体チップの第 7 の実施例の概略的な断面図を示す。

【 図 8 A 】概略的な断面図で示した中間ステップに基づく本発明による製造方法の実施例を示す。

【 図 8 B 】概略的な断面図で示した中間ステップに基づく本発明による製造方法の実施例を示す。

【 図 8 C 】概略的な断面図で示した中間ステップに基づく本発明による製造方法の実施例を示す。

30

【 0 0 6 7 】

これらの図面はそれぞれ概略的に示されたものに過ぎず、したがって必ずしも縮尺通りに示されたものではない。むしろ、比較的小さい構成素子、また殊に層厚は分かりやすくするために誇張して大きく示されている。

【 0 0 6 8 】

同一、同種の構成素子また同様に作用する構成素子には図面において同一の参照番号を付してある。

【 0 0 6 9 】

図 1 に概略的に示されている、本発明による半導体チップに関する第 1 の実施例において、半導体チップ 1 は半導体層列を備えた半導体ボディ 2 を有し、半導体層列は放射を生成するために設けられている活性領域 2 1 を有する。半導体チップ 1 は有利には L E D チップとして構成されており、また非コヒーレントな放射を生成するために設けられている。半導体ボディ 2 は結合層 4 を用いて支持体 3 に材料結合により固定されている。支持体 3 は半導体ボディ側の第 1 の支持体面 3 1 と半導体ボディ側とは反対側の第 2 の支持体面 3 2 を有する。

40

【 0 0 7 0 】

有利には、結合層 4 は成形材料から形成されている。例えば結合層は接着層であってもよい。半導体ボディ 2 を支持体 3 に結合する前に成形材料を例えば支持体上に被着することができる。材料結合により半導体ボディを簡単に支持体に固定することができる。

【 0 0 7 1 】

50

半導体ボディ 2 と支持体 3との間にはコンタクト層 6 1が形成されており、このコンタクト層 6 1は半導体ボディ側とは反対側において、活性領域において生成された放射に対して透過性であるコンタクト面 6 3を有する。有利には、コンタクト層は T C O 材料、例えば酸化亜鉛、酸化スズ、酸化カドミウム、酸化チタン、酸化インジウムまたは酸化インジウムスズ(ITO)のような二元の金属酸化物を含有する。三元または四元の金属酸化物も使用することができる。

【0072】

コンタクト層 6 1はコンタクト 6 5と導電的に接続されている。別のコンタクト層 6 2が活性領域 2 1の支持体側とは反対側に配置されている。この別のコンタクト層 6 2は別のコンタクト 6 6と導電的に接続されており、同様に T C O 材料を含有することができる。コンタクト層 6 1および 6 2を例えばスパッタリングまたは蒸着により半導体ボディ 2に析出することができる。

【0073】

コンタクト層 6 1および 6 2を用いて、半導体ボディの動作時に動作電流を半導体ボディ、殊に活性領域に面状に供給することができる。またそれと同時に、コンタクト層を活性領域 2 1において生成された放射に対して透過性に構成することができる。半導体ボディ 2の外側に配置されているこれらのコンタクト層は殊に高い横方向導電性に基づき有利である。しかしながらこれらのコンタクト層は必ずしも必要ではない。例えば択一的に、電気的な接触接続のために半導体ボディ内に殊に高ドープされた半導体層を設けることができる。

【0074】

コンタクト 6 5および 6 6は半導体チップの動作時に半導体ボディにキャリアを供給するために設けられている。これらのキャリアは活性領域に到達し、活性領域において再結合して電磁放射を放出する。コンタクト層 6 1の高い横方向導電性は、コンタクト 6 5を介して供給される電荷担体を横方向において比較的均等に半導体ボディ 2に供給することができるという利点を有する。

【0075】

2つのコンタクトは結合層 4の支持体 3側とは反対側に配置されている。第 2 の支持体面 3 2 側における接触接続は必要ない。したがって、コンタクト層 6 1と第 2 の支持体面 3 2との間に配置されている構成素子、殊に結合層 4 および支持体 3 を導電性に構成する必要はない。

【0076】

コンタクト 6 5および 6 6は好適には金属または金属性の合金を含有することができる。例えばコンタクトは Au、Ag、Ni、Pt、Cu、Ti、Al 含有するか、これらの材料のうちの少なくとも 1つを有する合金を含有するか、その種の材料から構成することができる。コンタクト 6 5および 6 6を例えばスパッタリングまたは蒸着により形成することができる。

【0077】

支持体 3における半導体ボディ 2側の第 1 の支持体面 3 1は構造化された表面 8として構成されている。構造化された表面 8は周期的に配置されている構造素子 8 0を有し、これらの構造素子 8 0は角錐状に構成されている。すなわちこれらの構造素子は相互に斜めに配向されている側面を有し、これらの側面は殊に、半導体ボディ 2の半導体層列の半導体層の主延在方向に対して斜めに伸びている。択一的に、構造素子を例えば三角形の断面を有する溝状に構成することができる。

【0078】

図示されている実施例とは異なり、構造化された表面 8は不規則に配置されている構造素子を有していてもよい。さらには、部分的な構造化しか行われていない表面 8も考えられる。

【0079】

構造素子 8 0は有利には横方向の拡張部を有し、この拡張部は活性領域の側において表

10

20

30

40

50

面構造を備えた境界面 7 と接している媒体内での、活性領域 2 1において生成された放射のピーク波長の 0.1 倍以上 200 倍以下、殊に有利には 0.5 倍以上 100 倍以下の範囲の大きさを有する。ピーク波長が可視スペクトル領域にある場合、横方向の拡張部に関する最大値は 20 μm までが殊に有利であると分かった。

【0080】

構造素子は機械的および／または化学的に、例えば機械的な粗面化、湿式化学的または乾式化学的なエッチング、例えば化学的に支援されるイオンビームエッチング (chemical assisted ion beam etching, CAIBE) または反応性イオンエッチング (reactive ion etching, RIE) によって形成することができる。

【0081】

支持体 3 における半導体ボディ 2 側の第 1 の支持体面 3 1 上にはミラー層 5 が配置されている。このミラー層 5 は、活性領域 2 1 において生成され、支持体に向かって放出された放射を反射させるために使用される。ミラー層 5 は有利には金属を含有し、殊に有利には金属で構成されている。例えばミラー層は Al、Ag、Au, Ni、Cu または Pt を含有することができる。例えば Au は黄色、赤色および赤外線のスペクトル領域において高反射率を有している点で優れている。Al は紫外線および可視のスペクトル領域において高反射率を有する。ミラー層は有利には、支持体 3 の事前に構造化されている第 1 の支持体面 3 1 上に例えばスパッタリングまたは蒸着によって析出されている。

【0082】

ミラー層 5 における活性領域 2 1 側の面 5 0 は表面構造を備えた境界面 7 を形成する。境界面の表面構造は、構造化された表面 8 を形成する第 1 の支持体面 3 1 の構造に対応する。ミラー層 5 の層厚は好適には、構造化された表面 8、すなわち第 1 の支持体面 3 1 の構造が平坦化されない、または実質的に平坦化されないように十分に薄い。有利には、境界面 7 の表面構造は構造化された第 1 の支持体面 3 1 の構造に可能な限り正確に類似する構造を有する。

【0083】

境界面 7 の表面構造により形成されている、境界面の部分領域はそれぞれ活性領域 2 1 において生成される放射に対する反射性素子を表す。

【0084】

有利には、結合層 4 は活性領域において生成された放射に対して透過性に構成されている。つまり、活性領域において生成され、支持体 3 に向かって放出された放射をミラー層 5 における反射後に放射放出面 1 0 を介して半導体チップ 1 から放出することができる。

【0085】

さらには結合層 4 および／またはコンタクト層 6 1 の屈折率を半導体ボディ 2 の屈折率に適合させることができる。結合層またはコンタクト層の屈折率が半導体ボディ 2 の比較的高い屈折率に適合されることによって、支持体に向かって放出された、表面構造を備えた境界面に入射する放射の割合を高めることができる。

【0086】

結合層 4 は表面構造を備えた境界面 7 上に付着成形されている。したがって、結合層における表面構造を備えた境界面 7 側の面は同様にこの表面構造を有する。

【0087】

境界面 7 の表面構造が結合層 4 内を伝播する放射に及ぼす作用は矢印 9 によって示唆されている。放射は先ず、全反射についての限界角度を上回る角度で、コンタクト層 6 1 における支持体 3 側の表面 6 3 に入射し、この表面において反射される。続けて、放射は表面構造を備えた境界面 7 に入射する。放射は境界面 7 から結合層 4 に向かって反射され、続けて全反射についての限界角度を下回る角度でコンタクト層の表面 6 3 に入射する。その結果、矢印 9 によって示唆されている放射は結合層から放出される。すなわち結合層 4 内の放射の導波を妨げることができる。これによって有利には、半導体チップ 1 における活性領域 2 1 の支持体 3 側とは反対側に構成されている放射放出面 1 0 から放出される放射出力を高めることができる。

10

20

30

40

50

【0088】

さらには結合層4を絶縁性に構成することができる。したがって半導体チップ1を支持体3から電気的に絶縁させてこの支持体3に固定することができる。

【0089】

有利には、半導体ボディ2、殊に活性領域21はIII-V族半導体材料を含有する。III-V族半導体材料は、紫外線スペクトル領域($In_xGa_yAl_{1-x-y}N$)から、可視スペクトル領域($In_xGa_yAl_{1-x-y}N$ 、殊に青色から緑色の放射に対して、または $In_xGa_yAl_{1-x-y}P$ 、殊に黄色から赤色の放射に対して)にわたり赤外線スペクトル領域($In_xGa_yAl_{1-x-y}As$)までで放射を形成するのに殊に適している。ここではそれぞれ $x = 0, 1, 0 \leq y \leq 1$ および $x + y = 1$ 、有利には $x = 0, y = 0, x = 1$ および $y = 1$ が適用される。¹⁰

さらには、殊に前述のIII-V族半導体材料は達成可能な量子効率が高い点で優れている。

【0090】

半導体チップ1は薄膜半導体チップとして構成されている。半導体ボディ2の半導体層列のための成長基板は完全に除去されており、したがって図1に図示されていない。成長基板を除去することによって、放射が側方において成長基板から放出されることを回避することができる。したがって有利には、放射放出面10から放出される放射出力を高めることができる。さらには放射の成長基板における吸収を回避することができる。

【0091】

支持体3は成長基板と同一のものではなく、殊に結晶の純度に関して成長基板に課される高い要求を満たす必要はない。その代わりに支持体3を別の判定基準、例えば熱伝性または機械的な安定性または構造化に関する可能性にしたがい選択することができる。有利には、支持体3は半導体材料、例えばSi、GaAs、GeまたはSiCを含有するか、その種の材料から構成されている。半導体材料、特にSiはとりわけ適している。何故ならばSiは通常の場合、例えばエッチングによって非常に良好に構造化できる点で優れているからである。さらにSiは比較的廉価な半導体材料である。²⁰

【0092】

択一的または付加的に、支持体はCu、セラミックまたはプラスチックのような材料を含有することができるか、支持体をその種の材料から構成することができる。

【0093】

図2には、本発明による半導体チップ1に関する第2の実施例が示されている。この第2の実施例は実質的に第1の実施例に対応する。第1の実施例とは異なり、第1の実施例においては支持体3の第1の支持体面31である構造化された表面8が突出部としての構造素子80を有し、これらの構造素子80は角錐断端状の経過を有する。その種の突出部を例えば、最初は突出部間に存在している支持体材料を湿式化学的にエッチングすることによって形成することができる。³⁰

【0094】

図3には、本発明による半導体チップ1に関する第3の実施例が示されている。この第3の実施例は実質的に第1の実施例に対応する。第1の実施例とは異なり、構造化された表面8が光格子用に成形されている。表面には溝状の凹部が形成されており、これらの凹部が周期的に配置されている。有利には格子が二次元格子として構成されている。すなわち格子は殊に有利には相互に垂直に延びる2つの方向に沿って周期的な構造を有することができる。周期長は有利には、表面構造を備えた境界面7に接する媒体、すなわち結合層4における、活性領域21において生成された放射のピーク波長の範囲にある。第1の実施例のようにミラー層の活性領域側の表面50によって形成されている表面構造を備えた境界面7はこの実施例では反射性の回折格子を表す。⁴⁰

【0095】

図1から図3と関連させて説明した実施例とは異なり、表面構造を備えた境界面7が構造化された表面、すなわち例えば第1の支持体面31であってもよい。この場合にはミラー層5を省略することができる。このことは支持体3が十分な反射性を有するように構成⁵⁰

されている場合には殊に好適である。例えば、支持体を自己支持型の金属支持体として構成することができる。

【0096】

支持体3またはこの支持体上に被着されている層の構造化は、半導体ボディ2が支持体3に固定される前に、形成された構造を例えば光学的な特性に関して検査することができるという利点を有する。さらに有利には、半導体ボディ2を構造化する必要はない。支持体3に比べて製造コストの高い半導体ボディが構造化の間に損傷する危険を回避することができる。

【0097】

図4には、本発明による半導体チップ1に関する第4の実施例が示されている。この第4の実施例は実質的に第1の実施例に対応する。第1の実施例とは異なり、表面構造を備えた境界面7はコンタクト層61の支持体3側の表面63である。したがって、構造表面を備えた境界面は半導体ボディ2と結合層4との間に形成されている。この構造を図1から図3と関連させて説明したように形成することができる。

10

【0098】

結合層4はやはり表面構造を備えた境界面7に接しており、この境界面7に付着成形されている。有利には、結合層内の放射の導波をこの境界面によって妨げることができる。さらには、コンタクト層61内の放射の導波も妨げができる。つまり、活性領域21において生成された放射の半導体チップ1からの出力結合効率を有利には高めることができる。

20

【0099】

この第4の実施例においては、結合層4と第2の支持体面32との間に配置されている、結合層4内の導波を妨げるための面、例えば第1の支持体面31の構造化を省略することができる。しかしながらその種の構造化部を付加的に形成してもよい。

【0100】

図5には、本発明による半導体チップ1に関する第5の実施例が示されている。この第5の実施例は実質的に第4の実施例に対応する。第4の実施例とは異なり、ミラー層5が活性領域21と結合層4との間に配置されている。表面構造を備えた境界面7はミラー層5の活性領域21側の表面50である。ミラー層5はコンタクト層61の支持体側の表面63に接しており、この表面63に付着成形されている。この実施例において、コンタクト層61の支持体側の表面63は構造化された表面7である。

30

【0101】

境界面7の表面構造、すなわちミラー層5の活性領域21側の表面50は構造化された表面8の構造に従う。活性領域21において生成され、支持体に向かって放出された放射はミラー層5によって反射される。好適には、ミラー層はこの放射に対して非透過性であるか、僅かにしか透過性でないので、放射は結合層4に入射しない。

【0102】

したがって結合層4をその光学的な特性に依存せずに選択することができる。例えば、結合層4を活性領域において生成された放射に対して吸収性に構成することができる。殊に、結合層を放射吸収性の接着層またははんだ層として構成することができる。

40

【0103】

図6には、本発明による半導体チップ1に関する第6の実施例が示されている。この第6の実施例は実質的に第1の実施例に対応する。第1の実施例とは異なり、半導体ボディ2の半導体層列のための成長基板25が部分的にしか除去されていない。この場合には成長基板を薄くすることができる。さらに別のコンタクト層62が省略されている。

【0104】

成長基板25は切り欠き26を有する。切り欠きの領域において半導体ボディ2は露出されている。この切り欠き内に別のコンタクト66が配置されている。別のコンタクトは半導体ボディ2と直接的に接している。成長基板25における活性領域側とは反対側の面は半導体チップ1の放射放出面10を形成する。

50

【0105】

この実施例とは異なり切り欠き 26 を省略することも可能である。このことは、成長基板が例えば適切なドーピングにより十分に高い導電性を有している場合には有利である。この場合には、別のコンタクト 66 を成長基板 25 の活性領域側とは反対側の面上に形成することができる。成長基板 25 をこのヴァリエーションにおいても全体的または部分的に薄くすることができる。成長基板が薄くなればなるほど、横方向において成長基板の境界をなす側面から放出される放射の出力は弱くなる。したがって有利には、半導体チップ 1 の放射放出面 10 から放出される放射出力を高めることができる。

【0106】

半導体チップの放射放出面 10 は構造化されて形成されている。この構造化により、放射放出面を形成している素子内の導波、例えば成長基板内の導波を妨げることができる。10 図示されている実施例においては、放射放出面の構造化は不規則である。これとは異なり、構造化表面の構造化に関して図 1 から図 3 と関連させて説明したように放射放出面を構造化することもできる。

【0107】

もちろん、放射放出面の構造化は図 1 から図 5 および図 7 と関連させて説明している別の実施例においても可能である。

【0108】

図 7 には、本発明による半導体チップ 1 に関する第 7 の実施例が示されている。この第 7 の実施例は実質的に第 1 の実施例に対応する。第 1 の実施例とは異なり、反射性または散乱性の構成要素が粒子 40 によって形成されており、これらの構成要素は結合層 4 内に設けられている。例えば、結合層 4 を粒子が埋め込まれている成形材料から形成することができる。粒子 40 は例えば Ag 粒子のような金属粒子でよい。さらに粒子は少なくとも部分的に異なる大きさを有することができる。活性領域において生成され、結合層内を伝播する放射はこの粒子において散乱または反射される。矢印 9 によって示唆されているように、粒子における反射または散乱によって結合層 4 内での放射の伝播方向が変化する。これによって結合層内の放射の導波を妨げることができる。20

【0109】

粒子 40 を活性領域 21 において生成された放射に対して透過性に構成することもできる。この場合においても、粒子は結合層 4 内での放射の伝播方向を変化させることができる。例えば、放射は粒子を通過する際にもこの粒子における屈折または散乱に基づき伝播方向を変える。30

【0110】

この実施例では、図 1 から図 3 と関連させて説明したような、導波を妨げるための表面構造を備えた境界面 7 は必要とされないが、もちろん付加的に使用することもできる。殊に、半導体チップ 1 の製造時に半導体ボディ 2 の構造化を省略することができる。

【0111】

半導体チップを製造するための本発明による方法に関する実施例が中間的なステップに基づき図 8 A から図 8 C に概略的に示されている。この実施例においては、図 1 と関連させて説明したように構成されている半導体チップの製造が例示的に示されている。もちろん本方法は、この半導体チップとは異なる構成の半導体チップ 1、殊に図 2 から図 7 と関連させて説明したような半導体チップの製造にも適している。40

【0112】

図 8 A には、第 1 の支持体面 31 および第 2 の支持体面 32 を有する支持体 3 が示されている。この第 1 の支持体面は構造化された表面 8 として形成されている。第 1 の支持体面 31 上にはミラー層 5 が配置されている。ミラー層 5 の支持体側とは反対側の表面 50 は実装面 39 を表し、この実装面 39 は半導体ボディ 2 を支持体 3 に実装するために使用される。実装面は表面構造を有する境界面 7 として形成されている。境界面 7 の表面構造は構造化された表面の構造、すなわち支持体 3 の第 1 の支持体面 31 の構造に従う。

【0113】

10

20

30

40

50

有利には、構造化された表面の構造は機械的および／または化学的に、例えば機械的な粗面化またはバックスパッタリングまたはエッティングによって形成される。例えば、湿式化学的なエッティングまたは乾式化学的なエッティング、例えば化学的に支援されるイオンビームエッティング (chemical assisted ion beam etching, CAIBE)、反応性イオンエッティング (reactive ion etching, RIE) またはイオンビームエッティングによって形成することができる。

【0114】

さらに、構造を形成するためにリソグラフィ法、殊にフォトリソグラフィまたはナノインプリントリソグラフィを使用することができ、有利には先ず犠牲層が構造化すべき表面に被着され、相應に構造化される。続けて、犠牲層の横方向の構造の基本パターンが前述のエッティング方法のうちの1つを用いることにより構造化すべき表面に転写される。10

【0115】

殊に、図3と関連させて説明した光格子のための表面構造は有利にはナノインプリントリソグラフィによって形成される。成形型は例えば石英を含有することができるか、石英から構成することができる。

【0116】

犠牲層は熱可塑性樹脂を含有することができ、この熱可塑性樹脂は加熱によって犠牲層に成形型が押し付けられた後に硬化する。択一的に、犠牲層は感光性材料を含有することができ、この感光性材料においては硬化が成形型の押し付け後の高エネルギー放射、例えば紫外線放射の照射によって行われる。20

【0117】

ナノインプリントリソグラフィによって殊に小さい横方向の構造、すなわち10nm以下の範囲までの1μmを下回る構造を形成することができる。したがってナノインプリントリソグラフィは、活性領域21において生成された放射、有利には赤外線、可視または紫外線のスペクトル領域の放射のピーク波長のオーダーにある大きさの構造の形成、例えば光格子のための構造の形成に殊に適している。犠牲層のその種の小さい構造を構造化すべき表面に転写するために乾式化学的なエッティング方法、例えばCAIBEまたはRIEが殊に有利である。

【0118】

半導体ボディ2の実装のために事前に構造化されている実装面39が提供される。有利には、半導体ボディの固定の前に実装面の構造を例えば光学的な特性に関して既に検査することができる。さらに有利には、半導体ボディの構造化を省略することができる。有利には、構造化の間に半導体ボディ2が損傷する危険を回避することができる。30

【0119】

さらには、成長基板25上に析出されている半導体層列を備えた半導体ボディ2が準備される。半導体層列は有利にはエピタキシャルに、例えばMBE、MOVPEまたはLPEを用いて析出される。成長基板は例えばGaAs、SiC、GaAsPまたはサファイアを含有することができるか、成長基板をその種の材料から構成することができる。

【0120】

事前に製造された半導体ボディ2上にコンタクト層61が例えばスパッタリングまたは蒸着によって被着、有利には析出される。コンタクト層61の半導体ボディ側とは反対側にあり、固定後には支持体と対向する表面63は、半導体ボディ2を支持体3に固定するために設けられている固定面29を形成する。40

【0121】

続けて、結合層4が固定面29と実装面39との間に形成される。これは図8Bに示されている。有利には、結合層は成形材料、例えば接着材料から形成されている。成形材料を実装面39上または固定面29上に準備することができる。

【0122】

完成された半導体チップが図8Cに示されている。完成するにあたり先ず成長基板25が除去される。これを例えば研磨、エッティングによって、またはレーザ除去法によって行50

うことができる。

【0123】

続けてコンタクト層61が露出される。このために半導体ボディ2が有利にはエッティングによって部分的に除去される。活性領域21の支持体側とは反対側の面における半導体チップの接触接続のために、選択的に半導体ボディに別のコンタクト層62がスパッタリングまたは蒸着によって被着され、有利には析出される。コンタクト層61および別のコンタクト層62上にはコンタクト65ないし別のコンタクト66が設けられ、コンタクト61はコンタクト層の露出された領域においてこのコンタクト層上に析出される。コンタクト65および66を介して半導体ボディ2を電気的に接続することができる。

【0124】

代替的なヴァリエーションにおいては半導体ボディを補助支持体上に準備することもできる。この補助支持体は半導体層列を機械的に安定させるために使用される。この場合、成長基板25はこのために必要とされない。つまり、成長基板25を半導体ボディ2の支持体3に固定する前に既に少なくとも部分的に除去することができるか、薄くすることができる。

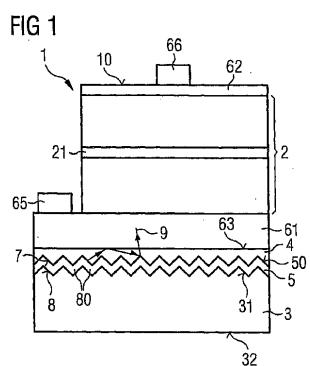
【0125】

さらにこの代替的なヴァリエーションにおいては、半導体ボディ2において最初は成長基板25と対向していた面を支持体3と対向させることができる。この場合においても、成長基板は有利には少なくとも部分的に薄くされているか、除去されている。

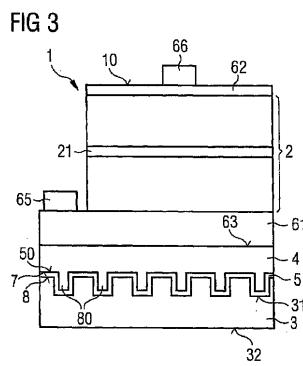
【0126】

本発明は実施例に基づいたこれまでの説明によって限定されるものではない。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、これには特に特許請求の範囲に記載した特徴の組み合わせ各々が含まれ、このことはそ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にしてもあてはまる。

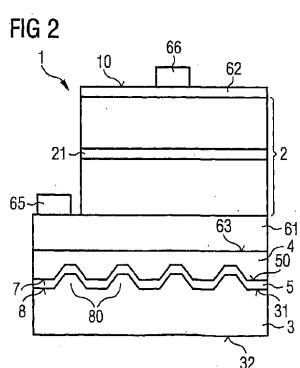
【図1】



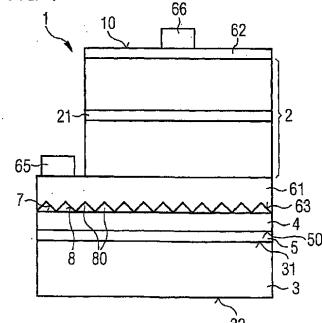
【図3】



【図2】

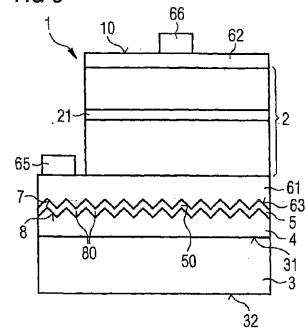


【図4】



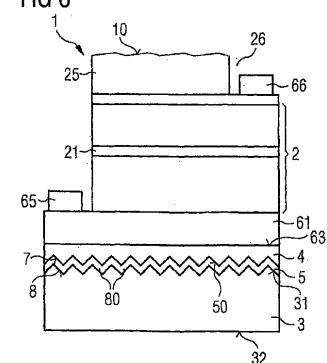
【図5】

FIG 5



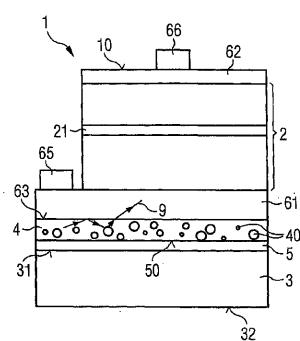
【図6】

FIG 6



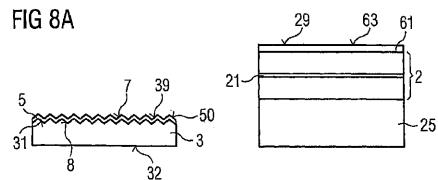
【図7】

FIG 7



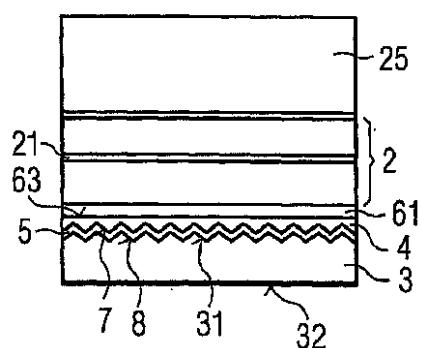
【図8A】

FIG 8A



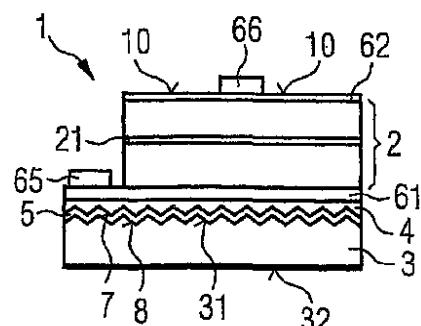
【図8B】

FIG 8B



【図8C】

FIG 8C



フロントページの続き

(74)代理人 100099483
弁理士 久野 琢也

(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

(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 - シュトラーセ 32

審査官 佐藤 俊彦

(56)参考文献 特開2006-156901(JP,A)
特開2005-236304(JP,A)
特開2004-111766(JP,A)
特開2005-311034(JP,A)

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