

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5362704号
(P5362704)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 33/38 (2010.01)	HO 1 L 33/00 2 1 0
HO 1 L 33/44 (2010.01)	HO 1 L 33/00 3 0 0

請求項の数 21 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2010-504441 (P2010-504441)	(73) 特許権者	599133716
(86) (22) 出願日	平成20年4月24日(2008.4.24)		オスラム オプト セミコンダクターズ
(65) 公表番号	特表2010-525585 (P2010-525585A)		ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ
(43) 公表日	平成22年7月22日(2010.7.22)		ル ハフツング
(86) 国際出願番号	PCT/DE2008/000702		Osram Opto Semicond
(87) 国際公開番号	W02008/131735		uctors GmbH
(87) 国際公開日	平成20年11月6日(2008.11.6)		ドイツ連邦共和国、93055 レーゲン
審査請求日	平成22年12月3日(2010.12.3)		スブルグ、ライプニッツシュトラッセ 4
(31) 優先権主張番号	102007019773.1		Leibnizstrasse 4, D
(32) 優先日	平成19年4月26日(2007.4.26)		-93055 Regensburg,
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		Germany
(31) 優先権主張番号	102007022947.1	(74) 代理人	100105050
(32) 優先日	平成19年5月16日(2007.5.16)		弁理士 鷲田 公一
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オプトエレクトロニクス半導体ボディおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電磁放射を発生させるに適している活性層を有する半導体積層体と、第1の電気接続層および第2の電気接続層と、を備えているオプトエレクトロニクス半導体ボディであって、

- 前記半導体ボディが、前側から電磁放射を放出するように設けられ、
- 前記第1の電気接続層および前記第2の電気接続層が、前記前側とは反対の後側に配置され、分離層によって互いに電氣的に絶縁され、
- 前記第1の電気接続層と、前記第2の電気接続層と、前記分離層とが、横方向に重なり合い、
- 前記第2の電気接続層の部分領域が、前記後側から貫通開口を通じて前記前側の方向に前記活性層を貫いており、
- 前記第1の電気接続層が、前記半導体ボディをその前側から電氣的に接触させるのに適している電氣的接触領域を有する、および/または、前記第2の電気接続層が、前記半導体ボディをその前側から電氣的に接触させるのに適している電氣的接触領域を有する、

オプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 2】

前側から前記半導体ボディを電氣的に接触させるのに適している前記電氣的接触領域は、前記半導体積層体の側面に配置されている、請求項1に記載のオプトエレクトロニクス

半導体ボディ。

【請求項 3】

前側から前記半導体ボディを電氣的に接触させるのに適している前記電氣的接触領域を露出させる目的で、前記半導体積層体は部分的に除去される、請求項 1 または 2 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 4】

前記第 1 の電気接続層もしくは前記第 2 の電気接続層またはその両方が、前記活性ゾーンによって前記後側の方向に放出される前記電磁放射の一部を前記前側の方向に反射する、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 5】

前記第 1 の電気接続層もしくは前記第 2 の電気接続層またはその両方と、前記半導体積層体との間に、少なくとも部分的に、半導電性ミラー層または電気絶縁性ミラー層が配置され、前記半導電性ミラー層または前記電気絶縁性ミラー層が複数の開口を有し、前記第 1 の電気接続層もしくは前記第 2 の電気接続層またはその両方が、前記半導体積層体まで前記開口の内部に延在している、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 6】

前記第 1 の電気接続層もしくは前記第 2 の電気接続層またはその両方が、接着促進層、反射体層、電流分散層のうちの少なくとも 1 層を有する多層構造を備えている、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 7】

前記半導体積層体に成長基板が存在しない、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 8】

キャリア基板を自身の後側に有する、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 9】

前記半導体積層体が、前記後側の近傍に電流拡散層を有し、前記電流拡散層が透明導電性酸化物を含んでいる、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 10】

前記第 1 の電気接続層または前記第 2 の電気接続層が、前記半導体ボディをその後側から電氣的に接触させるに適している電氣的接触領域を有する、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 11】

前記半導体積層体が、前記前側に配置されている緩衝層を有し、前記緩衝層が、低い導電率を有し、かつ、非ドープでありまたは n 型弱ドープされている、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 12】

前記緩衝層は、静電放電によって前記半導体ボディの破壊の危険性を低減する ESD (静電放電) 保護層である、請求項 11 に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 13】

前記電氣的接触領域は、ボンドパッドである、請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 14】

前記貫通開口は、前記半導体積層体の厚さ全体にわたり延在していない、請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

【請求項 15】

前記活性層を貫く複数の前記貫通開口を有する、請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体ボディ。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

オプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法であって、

- 電磁放射を発生させるに適している活性層を有し、前側から電磁放射を放出するように設けられている半導体積層体を、成長基板上にエピタキシャル成長させるステップと、

- 前記半導体積層体の後側に第1の電気接続層を堆積させるステップと、
 - 前記活性層に貫通開口を形成するステップと、
 - 前記半導体積層体の前記後側に分離層を形成するステップと、
 - 前記半導体積層体の前記後側に、第2の電気接続層を堆積させるステップと、
- を含み、

- 前記第1の電気接続層、前記分離層、および前記第2の電気接続層が、横方向に重なり合うように形成され、

- 前記第2の電気接続層の部分領域が前記貫通開口の内部に形成され、

- 前記第2の電気接続層が、前記分離層によって前記第1の電気接続層から電氣的に絶縁されており、

- 前記第1の電気接続層の電氣的接触領域が、前記半導体ボディをその前側から電氣的に接触させるのに適するように形成されている、および/または、前記第2の電気接続層の電氣的接触領域が、前記半導体ボディをその前側から電氣的に接触させるのに適するように形成されている、

方法。

【請求項 17】

前側から前記半導体ボディを電氣的に接触させるのに適している前記電氣的接触領域は、前記半導体積層体の側面に配置されるように形成されている、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前側から前記半導体ボディを電氣的に接触させるのに適している前記電氣的接触領域を露出させる目的で、前記半導体積層体は部分的に除去される、請求項 16 または 17 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 19】

前記成長基板の少なくとも一部が除去され、前記後側にキャリア基板が配置または形成されている、請求項 16 ~ 18 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 20】

- 前記半導体積層体の前記後側に、半導電性ミラー層または電気絶縁性ミラー層が部分的に形成され、

- 前記半導電性ミラー層または前記電気絶縁性ミラー層に複数の開口が形成され、

- 前記第1の電気接続層もしくは前記第2の電気接続層またはその両方が、これらが前記開口の内部に延在するように、堆積されている、

請求項 16 ~ 19 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 21】

前記半導体積層体をエピタキシャル成長させる前記ステップが、低い導電率を有する緩衝層を成長させるステップを含み、前記成長基板の少なくとも一部が除去され、前記成長基板が除去されるときに前記緩衝層が露出する、請求項 16 ~ 20 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、オプトエレクトロニクス半導体ボディと、オプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法とに関する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 2 】

【特許文献 1】国際公開第 0 1 / 3 9 2 8 2 号

【特許文献 2】米国特許第 5 , 8 3 1 , 2 7 7 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 6 , 1 7 2 , 3 8 2 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 5 , 6 8 4 , 3 0 9 号明細書

【特許文献 5】欧州特許出願公開第 0 9 0 5 7 9 7 号明細書

【特許文献 6】国際公開第 0 2 / 1 3 2 8 1 号

【非特許文献】

【 0 0 0 3 】

【非特許文献 1】I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63 (16) 18 October 1993, p 10
ages 2174 - 2176

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

本発明の目的は、向上した効率もしくは向上した電気特性またはその両方を有するオプトエレクトロニクス半導体ボディを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

これらの目的は、独立請求項による、オプトエレクトロニクス半導体ボディによって、および、オプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法によって、達成される。 20

【 0 0 0 6 】

本発明の実施形態および発展形態は、各従属請求項に記載しており、その開示内容は、以下の説明に援用される。

【 0 0 0 7 】

本発明によるオプトエレクトロニクス半導体ボディは、電磁放射を発生させるに適している活性層が含まれている半導体積層体を有する。

【 0 0 0 8 】

この活性層は、放射を発生させるための、p n 接合、ダブルヘテロ構造 (double heterostructure)、単一量子井戸 (S Q W) 構造、または多重量子井戸 (M Q W) 構造を有する。ここで、用語「量子井戸構造」は、量子化の次元 (dimensionality of the quantization) についての意味を何ら持たない。したがって、量子井戸構造は、特に、量子井戸、量子細線、量子ドット、およびこれらの構造の任意の組合せを含む。M Q W 構造の例は、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3、および特許文献 4 に記載されており、これらの開示内容は、本願に援用される。 30

【 0 0 0 9 】

この半導体ボディは、前側から電磁放射を放出するように設けられている。前側とは反対の後側には、第 1 の電気接続層および第 2 の電気接続層が配置されている。これら第 1 の電気接続層および第 2 の電気接続層は、分離層によって互いに電氣的に絶縁されている。

【 0 0 1 0 】

ここで、「前側とは反対の後側に配置」は、第 1 の電気接続層または第 2 の電気接続層の少なくとも一部が、前側から後側の方向において半導体積層体の後続位置に配置されていることを意味する。しかしながら、第 1 の電気接続層または第 2 の電気接続層の全体が後側に配置されている必要はない。代わりに、第 2 の電気接続層の部分領域が、後側から前側の方向に、活性層における貫通開口を通して延在している。ただし、第 1 の電気接続層、第 2 の電気接続層、および分離層は、特に後側において、横方向に重なり合うように配置されている。 40

【 0 0 1 1 】

半導体ボディの一実施形態においては、第 1 の電気接続層もしくは第 2 の電気接続層またはその両方が、活性ゾーンによって後側の方向に放出される電磁放射の一部を前側の方 50

向に反射する。

【 0 0 1 2 】

半導体積層体の、光を放出する前側には、ボンドパッドなどの電氣的接触領域が存在せず、これは有利である。この方式においては、動作時に活性ゾーンによって放出される電磁放射の一部が、電氣的接触領域によって遮られる、もしくは吸収される、またはその両方となる危険性が低減する。そのような接触領域を半導体積層体の前側に形成する場合に伴う複雑な方法ステップ、例えば、半導体積層体の前面の研磨、電流を拡散させるための金属ウェブ（非常に厚いが幅が小さい）の製造、半導体積層体の領域のうち電氣的接触領域の下方の領域への電流の注入を制限する方策、あるいは、例えば、接触領域下方における、例えば、電気絶縁層やショットキー障壁、あるいはイオン注入領域の形成を阻止する方策、を省くことができ、これは有利である。

10

【 0 0 1 3 】

さらなる発展形態においては、この半導体ボディは、薄膜発光ダイオードチップである。具体的には、この半導体ボディは、後側にキャリア基板を有する。一実施形態においては、第1の電気接続層および第2の電気接続層は、少なくとも一部が、半導体積層体とキャリア基板との間に配置されている。

【 0 0 1 4 】

薄膜発光ダイオードチップは、以下の特性上の特徴のうちの少なくとも1つによって区別される。

【 0 0 1 5 】

20

- 放射を発生させる半導体積層体（具体的には、放射を発生させるエピタキシャル積層体である）は、キャリア要素（具体的にはキャリア基板）に面している主面を有し、主面上には、半導体積層体において発生する電磁放射の少なくとも一部を反射して半導体積層体に戻す反射層が堆積または形成されている。

- 薄膜発光ダイオードチップが有するキャリア要素は、半導体積層体をエピタキシャル成長させた成長基板ではなく、以降に半導体積層体に載置された別個のキャリア要素である。

- 半導体積層体は、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内、特に、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内の厚さを有する。

- 半導体積層体には、成長基板が存在しない。本明細書において、「成長基板が存在しない」とは、必要な場合に成長のために使用される成長基板が、半導体積層体から除去されている、または少なくとも大幅に薄くなっていることを意味する。具体的には、成長基板は、単独でもエピタキシャル積層体と一緒に自身を支持できない程度まで薄くされている。したがって、大幅に薄くなった残りの成長基板は、特に、成長基板として機能するには適していない。

30

- 半導体積層体は、混合構造（intermixing structure）を有する少なくとも一面を有する少なくとも1つの半導体層を含み、この構造は、理想的な場合、半導体積層体において近似的に光のエルゴード分布につながる、すなわち、この構造は、できる限りエルゴード的確率過程である散乱特性を有する。

【 0 0 1 6 】

40

薄膜発光ダイオードチップの基本的な原理は、例えば、非特許文献1に記載されており、その開示内容は、本願に援用される。薄膜発光ダイオードチップの例は、特許文献5および特許文献6に記載されており、これらの文書の開示内容も、参照によって本出願に組み込まれるものとする。

【 0 0 1 7 】

薄膜発光ダイオードチップは、十分近似的にランバート面の放射体であり、したがって、ヘッドライト（例えば、自動車のヘッドライト）における用途に特に好適である。

【 0 0 1 8 】

さらなる実施形態においては、半導体ボディは、第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方と半導体積層体との間に、少なくとも部分的に、半導電性ミラー層

50

または電気絶縁性ミラー層 (semiconducting or electrically insulating mirror layer) を有する。このミラー層の屈折率は、半導体積層体の層のうち、前側に向かう方向においてミラー層の後続位置にある層、具体的には、ミラー層に隣接している層の屈折率から、例えば1またはそれ以上逸脱している。一実施形態においては、ミラー層は、 SiO_2 などの誘電体を含んでいる。さらなる実施形態においては、分離層が、少なくとも部分的に、電気絶縁性ミラー層として形成されている。

【0019】

発展形態においては、半導電性ミラー層または電気絶縁性ミラー層は、高い屈折率と低い屈折率とが交互に並ぶ少なくとも一對の層を含んでいる分布ブラッグ反射器 (DBR: distributed Bragg reflector) を含んでいる。

10

【0020】

一実施形態においては、半導電性ミラー層または電気絶縁性ミラー層は、半導体積層体の後側における主面の50%以上を覆っている。さらなる実施形態においては、ミラー層は複数の開口を有し、これらの開口の中に、第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方の部分領域が半導体積層体まで延在している。

【0021】

半導電性ミラー層または電気絶縁性ミラー層は、活性ゾーンによって後側の方向に放出される電磁放射を、前側の方向に特に効率的に反射するように、例えば、屈折率の変化による特に高い反射率を有する。第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方の部分領域が内部に延在している複数の開口を有するミラー層によって、動作電流が、特に一様に半導体積層体に印加される。

20

【0022】

さらなる実施形態においては、半導体積層体は、後側の近傍に電流拡散層を有する。この電流拡散層は、例えば、透明導電性酸化物 (TCO) を含んでいる。電流印加の一様性が、この電流拡散層によってさらに向上する。

【0023】

別の実施形態においては、第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方は、多層構造を有する。例えば、第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方は、接着促進層、反射体層、電流分散層のうちの少なくとも1層を有する。

【0024】

接着促進層は、半導体積層体の近傍に存在していることが都合がよい。この層は、厚さが1nm以下、特に、0.5nm以下であることが好ましい。接着促進層は、例えば、原子もしくは分子またはその両方からなる単層もしくは非閉層 (non-closed layer) またはその両方とすることができる。反射体層は、特に、半導体積層体とは反対側の、接着促進層の面の後方に配置されており、特に、半導体積層体に隣接している。

30

【0025】

接着促進層は、第1の電気接続層または第2の電気接続層より先行位置にある層上の、特に、半導体積層体の半導体層上の、例えば、電流拡散層または分離層上の、反射体層の接着性を向上させる。反射体層の特性によっては、接着促進層を省くこともできる。

【0026】

接着促進層は、例えば、白金もしくはチタンまたはその両方を有する。反射体層は、導電性材料、特に、高い反射率を有する金属 (例えば、銀) を含んでいる、またはそのような材料から成る。

40

【0027】

さらに、第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方は、一発展形態においては、電流分散層を有し、この層は、具体的には、特に良好な導電率を有する材料 (例えば、金) を含んでいる。

【0028】

オプトエレクトロニクス半導体ボディのさらなる実施形態においては、第1の電気接続層は、前側から半導体ボディを電氣的に接触させるに適している電氣的接触領域 (例えば

50

、ボンドパッド)を有する。これに加えて、またはこれに代えて、第1の電気接続層は、後側から半導体ボディを電氣的に接触させるに適している電氣的接触領域を有することができる。同様に、第2の電気接続層は、前側から半導体ボディを電氣的に接触させるに適している電氣的接触領域もしくは後側から半導体ボディを電氣的に接触させるに適している電氣的接触領域またはその両方を有することができる。

【0029】

前側から半導体ボディを電氣的に接触させるに適している電氣的接触領域は、半導体積層体の側面に配置されていることが都合がよい。この電氣的接触領域は、大きな領域として配置することができ、これは有利であり、なぜなら、これらの領域は、半導体ボディからの電磁放射の放出を遮らないためである。したがって、この半導体ボディは、大きな動作電流において使用するのに特に好適である。言い換えれば、この半導体ボディは、通電容量が高いという利点を有する。

10

【0030】

接触領域の配置構成は、自由に選択することができ、これは有利である。この半導体ボディは、半導体積層体のp側およびn側を前側から接触させるように、p側およびn側を後側から接触させるように、p側を前側から接触させてn側を後側から接続するように、n側を前側から接触させてp側を後側から接触させるように、および、n側もしくはp側、またはその両方を、前側および後側の両方から接触させるように、設けることができる。p側の接触は第1の電気接続層によって確立され、n側の接触は第2の電気接続層によって確立される、またはこの逆によって確立される。

20

【0031】

さらなる実施形態においては、半導体積層体は、前側の近傍に緩衝層を有し、この層は、特に、低い導電率を有する。例えば、緩衝層は、非ドープでありまたはn型弱ドープされている。一発展形態においては、緩衝層は、静電放電によって半導体ボディの破壊の危険性を低減するESD(静電放電)保護層である。

【0032】

ここで、低い導電率(例えば、 $20(\text{cm})^{-1}$ 以下)を有する緩衝層は、動作電流を活性ゾーンに導くには適していない緩衝層であると理解されたい。一発展形態においては、導電率は、 $1(\text{cm})^{-1}$ 以下)である。ここでは、n型弱ドープとは、 $2 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下のn型ドープであるものと理解されたい。

30

【0033】

本発明による、オプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法は、以下のステップを有する。

【0034】

- 電磁放射を発生させるに適している活性層を有し、前側から電磁放射を放出するように設けられている半導体積層体を、成長基板上にエピタキシャル成長させる。
- 半導体積層体の、前側とは反対の後側に、第1の電気接続層を堆積させる。
- 活性層に貫通開口を形成する。
- 半導体積層体の後側に分離層を形成する。
- 半導体積層体の後側に、第2の電気接続層を堆積させる。この場合、第1の電気接続層、第2の電気接続層および分離層は、横方向に重なり合うように形成され、第2の電気接続層の部分領域が貫通開口の内部に形成され、第2の電気接続層は、分離層によって第1の電気接続層から絶縁されている。

40

【0035】

本方法の一実施形態においては、第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方は、反射性の層として形成されている。

【0036】

本方法のさらなる発展形態においては、半導体積層体を成長させた後、成長基板の少なくとも一部を除去する。成長基板は、第1の電気接続層または第2の電気接続層を堆積させる前、または堆積させた後に除去することができる。例えば、成長基板の一部を、例え

50

ばレーザーリフトオフ法によって取り除く。

【0037】

別の実施形態においては、半導体ボディの後側にキャリア基板を配置または形成する。キャリア基板は、別個のキャリア要素とすることができ、この要素は、例えば、はんだ層または接着層によるはんだ付けステップまたはボンディングステップによって半導体積層体に結合する。代替方法として、第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方を、キャリア基板とすることができる。この目的のため、第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方を、例えば、電気的に (galvanically) 補強する。

【0038】

本方法の一実施形態においては、半導体積層体の後側に、半導電性ミラー層または電気絶縁性ミラー層を部分的に形成する。この実施形態の発展形態においては、半導電性ミラー層または電気絶縁性ミラー層に開口を形成する。この形成は、例えば、ミラー層を堆積させるときにマスクによって行うことができる。代替方法として、ミラー層を堆積させた後に、例えば、リソグラフィ工程によって、あとから開口を形成することができる。第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方は、第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方の部分領域がミラー層における開口の内部に延在するように、適切に堆積させる。

10

【0039】

本方法の別の実施形態においては、特に、透明導電性酸化物を含んでいる電流拡散層を、半導体積層体の後側に堆積させる。

20

【0040】

さらなる実施形態においては、成長基板上に半導体積層体をエピタキシャル成長させるステップは、緩衝層を成長させるステップを含んでいる。この緩衝層は、特に、活性層と成長基板との間に配置されている。この緩衝層は、例えば、低い導電率を有し、非ドープでありまたはn型弱ドープされていることが好ましい。本方法の発展形態においては、成長基板を除去することによって緩衝層を露出させる。

【0041】

以下では、さらなる利点および有利な実施形態について、例示的な実施形態に基づいて、図1～図8を参照しながら説明する。

【図面の簡単な説明】

30

【0042】

【図1A】第1の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法のさまざまな段階における、オプトエレクトロニクス半導体ボディの概略的な断面を示している。

【図1B】第1の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法のさまざまな段階における、オプトエレクトロニクス半導体ボディの概略的な断面を示している。

【図1C】第1の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法のさまざまな段階における、オプトエレクトロニクス半導体ボディの概略的な断面を示している。

40

【図1D】第1の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法のさまざまな段階における、オプトエレクトロニクス半導体ボディの概略的な断面を示している。

【図1E】第1の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法のさまざまな段階における、オプトエレクトロニクス半導体ボディの概略的な断面を示している。

【図1F】第1の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法のさまざまな段階における、オプトエレクトロニクス半導体ボディの概略的な断面を示している。

【図1G】第1の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディを製造す

50

る方法のさまざまな段階における、オプトエレクトロニクス半導体ボディの概略的な断面を示している。

【図2】第2の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディの概略的な断面を示している。

【図3】第3の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディの概略的な断面を示している。

【図4】第4の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディの概略的な断面を示している。

【図5A】電気接続層のさまざまな実施形態の概略的な上面図を示している。

【図5B】電気接続層のさまざまな実施形態の概略的な上面図を示している。

【図6】電気接続層のさまざまな実施形態の概略的な上面図を示している。

【図7】第3の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディの部分領域の概略的な断面を示している。

【図8】第3の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディの部分領域の概略的な断面を示している。

【発明を実施するための形態】

【0043】

例示的な実施形態および図において、類似する構成要素または機能が類似する構成要素は、同じ参照数字によって表してある。原理的には、図と、図に示した要素のサイズの関係は、正しい縮尺ではないものとみなすべきである。個々の要素（例えば、層）は、図をわかりやすく表現して図を良好に理解できるように、箇所によっては大きさあるいは厚さを誇張して描いてある。

【0044】

図1A～図1Gは、第1の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディを製造する方法を、この方法のさまざまな段階における概略的な断面図として示している。

【0045】

最初に、成長基板1上に半導体積層体2をエピタキシャル成長させる（図1Aを参照）。この半導体積層体2は、例えば、III/V族化合物半導体材料またはII/V族化合物半導体材料をベースとする。半導体積層体2は、ここでは、5 μm～7 μmの間の厚さを有する。

【0046】

III/V族化合物半導体材料は、第III族の典型元素（例えば、Al、Ga、Inなど）からの少なくとも1つの元素と、第V族の典型元素（例えば、B、N、P、Asなど）からの1つの元素とを有する。具体的には、用語「III/V族化合物半導体材料」は、第III族の典型元素からの少なくとも1つの元素と、第V族の典型元素からの少なくとも1つの元素とを含んでいる二元化合物、三元化合物または四元化合物のグループ、特に、窒化物化合物半導体およびリン化物化合物半導体（phosphide compound semiconductor）を含んでいる。このような二元化合物、三元化合物または四元化合物は、例えば、1つまたは複数のドーパントおよび追加の成分を有することもできる。III/V族化合物半導体材料としては、例えば、III族窒化物化合物半導体材料およびIII族リン化物化合物半導体材料（GaN、GaAs、InGaAsIPなど）が挙げられる。

【0047】

これに対して、II/V族化合物半導体材料は、第II族の典型元素からの少なくとも1つの元素（例えば、Be、Mg、Ca、Sr）と、第VI族の典型元素からの1つの元素（例えば、O、S、Seなど）とを有する。具体的には、II/V族化合物半導体材料は、第II族の典型元素からの少なくとも1つの元素と、第VI族の典型元素からの少なくとも1つの元素とを含んでいる二元化合物、三元化合物または四元化合物を含んでいる。このような二元化合物、三元化合物または四元化合物は、例えば、1つまたは複数のドーパントおよび追加の成分を有することもできる。II/V族化合物半導体材料と

10

20

30

40

50

しては、例えば、 ZnO 、 $ZnMgO$ 、 CdS 、 $CnCdS$ 、 $MgBeO$ が挙げられる。

【0048】

半導体積層体2は、n型ドーブ層21（この場合には成長基板1の近傍に配置されている）と、p型ドーブ層22とを有する。この場合には、p型ドーブ層22は、成長基板1とは反対側の半導体積層体2の面に配置されている。n型ドーブ層21とp型ドーブ層22の間には、活性ゾーン23が配置されている。

【0049】

一実施形態においては、半導体積層体2は、npn積層体として構成されており、この積層体においては、p型ドーブ層22の面のうち、n型ドーブ層21とは反対側の面に、さらなるn型ドーブ層を形成する。別の実施形態においては、p型ドーブ層22が成長基板1の近傍に配置されており、n型ドーブ層21が成長基板1とは反対側に配置されている。

【0050】

本方法の一変形形態においては、半導体積層体2を成長させる前に、成長基板1上に緩衝層（図には示していない）を堆積させる、具体的には、エピタキシャル成長させる。この緩衝層は、例えば、成長基板1と、その後に緩衝層上に成長させる半導体積層体の層との間で格子定数の適合をもたらす。都合の良い実施形態においては、緩衝層は、非ドーブでありまたはn型弱ドーブされている。例えば、緩衝層の1つまたは複数のn型ドーパントの濃度は、 $2 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下である。

【0051】

非ドーブでありまたはn型弱ドーブされている緩衝層は、半導体ボディの動作電流が横切るには適していない。しかしながら、これは不利な影響をもたらさず、なぜなら、この半導体ボディは、成長基板1を通じて、または、成長基板1に面している半導体積層体2の面から、動作電流が供給されるようには設計されていないためである。そうではなく、完成した半導体ボディにおける緩衝層は、半導体ボディが静電放電によって損傷あるいは破壊される危険性を低減する。

【0052】

次いで、活性ゾーン23に少なくとも1つの貫通開口を形成する（図1Bを参照）。この目的のため、半導体の層2の第2の主面202を起点とする凹部3を、例えば、マスクによるエッチングによって、半導体積層体2に作成する。複数の個別の貫通開口3を形成することが好ましく、この結果として、特に一様な横方向の電流分散が達成され、これは有利である。

【0053】

凹部3は、半導体積層体2の第2の主面202から、この第2の主面202とは反対側の第1の主面201の方向に延びている。凹部3は、例えば、円筒または楕円形円筒、立方体、円錐、円錐台、角錐、角錐台の形状を有する。これらに代えて、凹部3は、溝の形状を有することもできる。この溝は、本質的に平坦な底面を有することが好ましい。一実施形態においては、溝の断面が、底面から第2の主面202に向かうにつれて増大する。

【0054】

凹部3を形成する前または後に、第2の主面202の上に、第1の電気接続層4を堆積させる、例えば、蒸着する。第1の電気接続層4は、反射率の高い材料、特に金属（例えば、銀）を有することが好ましい。第1の電気接続層4は、第1の部分領域および第2の部分領域を有することができ、これらの部分領域の層厚さは互いに異なる。例えば、第1の部分領域は、第2の部分領域よりも小さい層厚さを有する。

【0055】

次いで、凹部3の表面の一部の上と、第1の電気接続層4の表面の一部の上とに、分離層5を形成する（図1Cを参照）。例えば、分離層5は、凹部3の1つまたは複数の環状側壁を、少なくとも部分的に、好ましくは完全に覆っている。分離層5は、凹部3の中において、第2の主面202から、少なくとも活性ゾーン23まで、好ましくは凹部3の底面まで、延在していることが都合がよい。

【 0 0 5 6 】

分離層 5 は、凹部 3 の近傍にある、特に、凹部 3 に隣接している、第 1 の電気接続層 4 の側面 4 0 3 も、適切に覆っている。さらに、この場合には、分離層 5 は、第 1 の電気接続層 4 の主面 4 0 2 を部分的に覆い、この主面 4 0 2 は、半導体積層体 2 から離れている主面である。例えば、分離層 5 は、第 1 の電気接続層 4 の、より薄い第 1 の部分領域の主面（半導体積層体 2 とは反対側の面）を覆っている。分離層は、電気絶縁性であるように設計されており、例えば、 SiO_2 、 SiN_x 、または SiON などの誘電体を有する、または誘電体から成る。

【 0 0 5 7 】

次いで、図 1 D に示したように、第 2 の電気接続層 6 を形成する。第 2 の電気接続層 6 の部分領域は、凹部 3 の中に配置され、凹部 3 を完全に満たしていることが好ましい。凹部 3 の側壁が分離層 5 によって覆われているため、凹部 3 の中に配置されている第 2 の電気接続層 6 の部分領域に起因する活性ゾーン 2 3 の短絡が起こらない。

10

【 0 0 5 8 】

半導体積層体 2 の第 2 の主面 2 0 2 の側から見ると、第 2 の電気接続層 6 が第 1 の電気接続層 4 を部分的に覆っている。例えば、第 2 の電気接続層 6 は、凹部 3 を起点として、第 1 の電気接続層 4 の 1 つまたは複数の第 1 の部分領域上を、半導体積層体 2 の縁部領域に向かって横方向に延在している。第 1 の電気接続層 4 と第 2 の電気接続層 6 との間で電氣的短絡が起こることがないように、第 1 の電気接続層 4 と第 2 の電気接続層 6 との間には分離層 5 が配置されている。

20

【 0 0 5 9 】

次いで、図 1 E に示したように、成長基板 1 とは反対側の、半導体積層体 2 の後側に、第 1 の電気接続層 4 および第 2 の電気接続層 6 の上のはんだ層または接着層によって、キャリア基板 7 を付着させる。この配置構成においては、接着層 8 は低い導電率を有し、特に、接着層 8 は電気絶縁性である。キャリア基板は、例えば、窒化アルミニウムを有する、または窒化アルミニウムから成る。それ以外の、特に絶縁性であるキャリア基板 7（例えば、ガラスキャリア基板）も考えられる。

【 0 0 6 0 】

さらに、接着層の代わりに、導電性のはんだ層によって接続を形成することも考えられる。この変形形態においては、キャリア基板 7 に面している、第 1 の電気接続層 4 もしくは第 2 の電気接続層 6 またはその両方の領域上にも分離層 5 を形成することが都合がよい。

30

【 0 0 6 1 】

次の方法ステップにおいては（図 1 F を参照）、成長基板を薄くする、または完全に除去する。このステップは、例えば、レーザーリフトオフ工程（原理は当業者に公知である）によって行うことができる。この目的のため、成長基板 1 または半導体積層体 2 は、成長基板 1 が取り除かれるように、レーザー照射によって照射されたときに分解する犠牲層を有することが好ましい。レーザー照射による照射は、例えば、成長基板 1 を通じて達成される。

【 0 0 6 2 】

最後に、第 1 の電気接続層 4 の電氣的接触領域 4 1 および第 2 の電気接続層 6 の電氣的接触領域 6 1 を露出させる目的で、半導体積層体 2 を部分的に除去する。この除去は、例えば、エッチング工程によって達成され、ドライエッチング工程および湿式化学エッチング工程のいずれも適している。

40

【 0 0 6 3 】

本方法の発展形態においては、半導体積層体 2 の側面と、第 1 の電気接続層 4 もしくは第 2 の電気接続層 6 またはその両方の側面も、少なくとも部分的に、好ましくは完全に、電気絶縁層 5 によって覆われている（図 1 G を参照）。

【 0 0 6 4 】

図 1 G に示した、第 1 の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディ

50

は、動作時、活性ゾーン 23 によって発生する電磁放射を、キャリア基板 7 とは反対側の、半導体積層体 2 の前側の方向に、半導体積層体 2 の第 1 の主面 201 を通じて放出するように設けられている。活性ゾーン 23 によって、後側の方向に、すなわち、第 2 の主面 202 の方向に放出される電磁放射は、第 1 の電気接続層 4、第 2 の電気接続層 6、分離層 5 のうちの少なくとも 1 つによって、反射されて前側の方向に戻される。

【0065】

オプトエレクトロニクス半導体ボディを動作させるための動作電流は、第 1 の電氣的接触領域 41 および第 2 の電氣的接触領域 61 によって前側から半導体積層体に印加される。この配置構成においては、電氣的接触領域 41、61 は、半導体積層体 2 の横に配置されている。

10

【0066】

電氣的接触領域 41、61 は、前側の方向に放出される電磁放射の光線の経路上に位置しておらず、これは有利である。それと同時に、半導体ボディの動作時に発生する無駄な熱が半導体積層体から特に効率的に放散されるように、電気接続層 4、6 によって、キャリア基板 7 との特に良好な熱結合が達成されている。

【0067】

半導体積層体 2 の p 側には、この場合には、第 1 の電氣的接触領域 41 および第 1 の電気接続層 4 が接触している。n 側の接触は、この場合には、第 2 の電氣的接触領域 61 および第 2 の電気接続層 6 によって達成されている。半導体積層体 2 の n 側と p 側、すなわち具体的には、n 型ドープ層 21 と p 型ドープ層 22 は、交換することもできる。

20

【0068】

図 5 A および図 5 B は、図 1 G によるオプトエレクトロニクス半導体ボディの前側の概略的な上面図として、活性ゾーン 23 を貫いている貫通開口 3 の形状のさまざまな変形形態を示している。この場合、図を単純に表現するため半導体積層体 2 は省いてある。

【0069】

図 5 A に示した変形形態においては、凹部 3 は、溝の形状を有し、図 1 G には、図を単純に表現するため、そのうちの 1 つのみを示してある。この変形形態においては、活性ゾーン 23 の貫通開口 3 の内部に延在している、第 2 の電気接続層 6 の部分領域は、細長片形状である。貫通開口 3 を除けば、第 1 の電気接続層 4 は、半導体積層体 2 の全領域との接触を確立している。

30

【0070】

図 5 B に示した変形形態においては、貫通開口 3 は、溝形状ではなく、円筒または円錐台の形状を有する。したがって、活性層 23 の貫通開口 3 の内部に延在している、第 2 の電気接続層 6 の部分領域も、円形断面を有する。

【0071】

図 5 A の例示的な実施形態および図 5 B の例示的な実施形態のいずれにおいても、電氣的接触領域 41、61 は細長片形状であり、本質的には半導体ボディの側面長さ全体にわたり延在している。

【0072】

図 2 に示した、オプトエレクトロニクス半導体ボディの第 2 の例示的な実施形態は、半導体積層体 2 がその前側に粗面化处理または構造化処理を施されていることにおいて、第 1 の例示的な実施形態とは異なる。例えば、第 1 の主面 201 は、角錐状、円錐状、角錐台状、円錐台状のうちの少なくとも 1 つの突起もしくは窪みまたはその両方によって、構造化処理されている。粗面化处理または構造化処理は、活性ゾーン 23 によって放出される電磁放射の拡散体として機能することが好ましい。このような粗面化处理は、粗面化处理が示されていない他の例示的な実施形態の場合にも適している。

40

【0073】

第 1 の例示的な実施形態とのさらなる違いとして、この実施形態の場合には、半導体積層体 2 がその後側に電流分散層 9 を有する。電流拡散層 9 は、透明導電性酸化物（例えば、インジウムスズ酸化物（ITO）あるいはインジウム亜鉛酸化物（IZO））を有する

50

ことが好ましい。電流拡散層は、例えば、エピタキシャル成長させた半導体層上に蒸着する。

【0074】

動作時に第1の電気接続層4によって半導体積層体2に印加される動作電流の一様性は、電流拡散層9によってさらに増大し、これは有利であり、この場合も、このことは他の例示的な実施形態の場合にも適する。この方策は、例えば、p型ドープ層22が十分な横方向の導電性を持たない場合に適切であることがある。通常、n型ドープ層21の横方向の導電性は、p型ドープ層22のそれより高い。したがって、この第2の例示的な実施形態においては、第2の電気接続層6に隣接する電流拡散層が省かれている。

【0075】

さらに、図2による第2の例示的な実施形態においては、第1の例示的な実施形態とは異なり、第2の電気接続層6が、部分的に第1の電気接続層4の内部に延在している。言い換えれば、オプトエレクトロニクス半導体ボディの前側から後側に向かう方向において、第1の電気接続層4の第1の部分領域の次に、第2の電気接続層6の部分領域が配置され、その後方に、第1の電気接続層4のさらなる部分領域が配置されている。

【0076】

製造する場合、例えば、第1の電気接続層4の第1の部分領域を半導体積層体に堆積させ、分離層5を形成し、次いで、第2の電気接続層を形成する。ここまでのステップは、具体的には、第1の例示的な実施形態と同様に行われる（図1Cおよび図1Dを参照）。次いで、第2の電気接続層6にも分離層5を堆積させた後、第2の電気接続層6に続く部分領域を形成することによって、第1の電気接続層4を完成させる。

【0077】

このような実施形態においては、半導体積層体2から分離層5を介して後側の方向に進行する電磁放射も、少なくとも一部が半導体積層体2に、すなわち前側の方向に反射されて戻り、これは有利である。これにより、半導体ボディの効率がさらに増大する。

【0078】

図2の例示的な実施形態においては、半導体ボディをその前側から接触させるための第1の電氣的接触領域41を、最後に形成しない。代わりに、第2の実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディは、導電性のキャリア基板7を有し、この基板7は、この場合には、第1の電気接続層4の上に、はんだ付け金属（例えば、AuZn）を有するはんだ層8によって、機械的かつ導電的に付着させる。付着層8の材料としては、導電性の接着剤（例えば、銀によって満たされているエポキシ樹脂接着剤）も適する。この半導体ボディは、キャリア基板によって、この配置構成においてはp側を、その後側から第1の電気接続層4を介して接触させることができる。第2の電氣的接触領域61は、第1の例示的な実施形態と同様に、前側から接触させるように設けられている。

【0079】

図3に示した第3の例示的な実施形態においては、第1の電気接続層の代わりに、第2の電気接続層6がキャリア基板7に導電的に接続されている。第1の電気接続層4は、分離層5によって導電性のキャリア基板7から電氣的に絶縁されている。

【0080】

第3の例示的な実施形態によると、第1の電気接続層4および第2の電気接続層6は、それぞれ、反射体層410および反射体層610と、電流分散層420および電流分散層620（例えば、金を有する）とを有し、反射体層は、半導体積層体2の近傍に配置され、高い反射率を有する金属（例えば、銀）を含んでいる。

【0081】

反射体層410、610によって、電磁放射の特に効率的な反射が達成される。電流分散層420、620によって、半導体積層体2への動作電流の特に低損失での供給が達成される。

【0082】

反射体層は、好ましくは50nm～200nmの間の厚さを有し、特に好ましくは10

10

20

30

40

50

0 nm ~ 140 nmの間の厚さを有する（いずれの場合も境界値を含む）。第1の電気接続層4もしくは第2の電気接続層6、またはその両方は、接着促進層（図には示していない）をさらに有することができる。接着促進層は、例えば、白金またはチタンを有し、例えば、0.1 nmの厚さを有する。反射体層410、420および電流分散層420、620は、前側から後側に向かう方向において接着促進層の後方に配置することが都合がよい。

【0083】

この例示的な実施形態においては、別個のキャリア基板7が、分離層5の部分領域と、第2の電気接続層6とに、導電性のはんだ層または接着層8によって付着されている。しかしながら、代替方法として、第2の電気接続層6をキャリア基板7として形成することもできる。この場合、付着層8を省くことができる。機械的に安定し特に自己支持性のキャリア基板7であるように、第2の電気接続層6を、例えば電着によって補強する。この実施形態においては、オプトエレクトロニクス半導体ボディは、さらなるキャリア基板7を備えていないことが好ましい。同様に、この実施形態あるいは他の例示的な実施形態の1つにおいて、第1の電気接続層4を補強してキャリア基板7として形成することもできる。

【0084】

第1の電気接続層4もしくは第2の電気接続層6またはその両方が補強されている、半導体ボディの変形形態においては、2つの接続層のいずれも、前側に接続領域を設ける目的で半導体積層体2を横方向に超えるようにはされていない。この場合、半導体ボディは、その後側に第1の接触領域41および第2の接触領域61を適切に有する。この実施形態においては、第1の電気接続層もしくは第2の電気接続層またはその両方を補強するための代替方策として、またはこれに加えて、第1の接触領域41および第2の接触領域61をその後側に有するキャリア基板7を、半導体ボディの後側に有することもできる。

【0085】

第3の例示的な実施形態によるオプトエレクトロニクス半導体ボディと、最初の2つの例示的な実施形態による半導体ボディとのさらなる違いは、半導体積層体2が、その後側に、半導電性ミラー層または電気絶縁性ミラー層10を有することである。このミラー層10は、特に、第2の主面202に隣接している、または少なくとも第2の主面202の近傍に配置されている。

【0086】

ミラー層は、 SiO_2 などの誘電体を含んでいることができる。第2の主面202に隣接している、または少なくとも第2の主面202の近傍に配置されている、半導体積層体2の層の屈折率と、ミラー層の屈折率とは、具体的には1以上異なっている。この場合には、ミラー層10は、分布ブラッグ反射器(DBR)を備えている。この分布ブラッグ反射器は、高い屈折率と低い屈折率とが交互に並ぶ少なくとも一対の層を有する。誘電体層のブラッグ反射器の原理は当業者には公知であるため、ここではこれ以上詳しく説明しない。ブラッグ反射器は、誘電体層における層の対の代替として、ITOなどの透明導電性酸化物の層の対を有することもできる。透明導電性酸化物の層の対を有するブラッグ反射器を備えているミラー層は、半導電性、場合によっては導電性とすることができる。ミラー層10によって、特に高い反射率が達成される。

【0087】

例えば、第1の電気接続層4と、第2の電気接続層6と、ミラー層10（存在時）は、活性層23によって後側の方向に放出される電磁放射の80%以上、好ましくは90%以上、特に好ましくは95%以上を、前側の方向に反射して戻す。

【0088】

ミラー層10は、半導体積層体2の第2の主面202の50%以上を覆っていることが好ましい。ミラー層10は、中に第1の電気接続層4が延在している1つ以上の開口110を有する。開口110の領域内においては、第1の電気接続層4が半導体積層体2に導電的に接続されている。ミラー層10は複数の開口110を有することが好ましく、これ

10

20

30

40

50

らの開口は、不規則に、または規則的に（例えば、想像上の格子の格子点に）配置することができる。開口の寸法は比較的小さいことが好ましく、この場合、第１の電気接続層４によって電氣的に接触させるためのいわゆる連結型接点（joining contacts）を形成する。

【００８９】

図６は、このような実施形態を半導体ボディの前側の上面図として示しており、この図では、電流分散層９を有する半導体積層体２を省いてある。図６における第２の電氣的接触領域６１は、図３とは異なり、半導体ボディの後側に配置されているのではなく、第１の例示的な実施形態と同様に、半導体ボディをその前側から接触させるように設けられている。この配置構成における電氣的接触領域４１，６１は、本質的に半導体ボディの側面長さ全体にわたり延在している。

10

【００９０】

ミラー層１０は複数の開口１１０を有し、この場合には、これらの開口は円形断面を有する。開口１１０は、想像上の方形格子または正方格子の格子点に配置されている。第１の開口１１０の中には、第１の電気接続層４の部分領域が配置されている。第２の電気接続層６の部分領域は、第２の開口１１０の内部に延在している。第１および第２の開口１１０は、各場合において、この配置構成においては列に配置されている。別の配置構成も考えられる。

【００９１】

この例示的な実施形態の発展形態（これは別の実施形態にも適している）においては、分離層５が、特に、分布ブラッグ反射器（ＤＢＲ）を有する電気絶縁性ミラー層として、少なくとも部分的に形成されている。例えば、凹部３の中に配置されている、もしくは、凹部３に隣接している、またはその両方である、分離層５の少なくとも一部分は、このように形成されている。

20

【００９２】

図７および図８には、図３のオプトエレクトロニクス半導体ボディの断面を概略的に示してあり、図を単純に表現するため、電流拡散層９およびミラー層１０は省いてある。

【００９３】

図７は、第１の電氣的接触領域４１を有する半導体ボディの縁部領域を示している。この断面図は、図３と比較して１８０度回転しており、したがって、第１の電氣的接触領域４１が図７の右手側に配置されている。第１の電氣的接触領域４１は、ボンドパッドとして設計されている。半導体ボディの製造時、半導体積層体の縁部領域を除去した後、この目的のため分離層５に開口を形成し、次いで、この開口にボンドパッド４１を堆積させる。

30

【００９４】

図８は、溝形状の凹部３の概略的な断面を示しており、この凹部３の側壁は分離層５によって覆われている。

【００９５】

図４は、オプトエレクトロニクス半導体ボディの第４の例示的な実施形態を示している。この例示的な実施形態においては、第１～第３の例示的な実施形態とは異なり、活性ゾーン２３を貫通する貫通開口３が、半導体積層体２の厚さ全体にわたり延在している貫通開口として具体化されている。したがって、貫通開口３は、この配置構成においては、第１の主面２０１から第２の主面２０２まで延在している。したがって、貫通開口は、半導体積層体２における穴または溝となっている。

40

【００９６】

第１の主面２０１（この場合には粗面化処理されている）の上には、この場合には半導体積層体２の後側に配置されている電流拡散層９に加えて、さらなる電流拡散層９'が配置されている。さらなる電流拡散層９'も、例えば、ＩＴＯなどの透明導電性酸化物を有する。さらなる電流拡散層９'によって、第２の電気接続層６による活性ゾーン２３への動作電流の特に一様な供給が達成される。

50

【 0 0 9 7 】

第 4 の例示的な実施形態による半導体ボディも、第 3 の例示的な実施形態と同様に、ミラー層 10 を有する。この場合には、ミラー層 10 は、半導体積層体 2 の第 2 の主面 202 と第 2 の電気接続層 6 との間に、分離層 5 に代えて、または分離層 5 に加えて配置されている。

【 0 0 9 8 】

最初の 3 つの例示的な実施形態においては、第 2 の電気接続層 6 は、後側から前側への方向に第 1 の電気接続層 4 の部分領域を貫通しているが、第 4 の例示的な実施形態においては、これとは異なる。第 4 の例示的な実施形態においては、第 1 の電気接続層 4 が、半導体ボディの後側から見たとき、少なくとも部分的に第 2 の電気接続層 6 を覆っている。

10

【 0 0 9 9 】

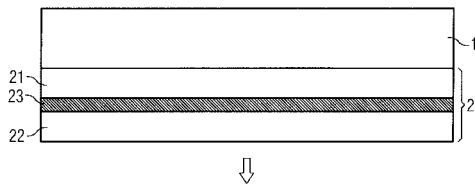
ここまで、例示的な実施形態を通じて説明してきたが、本発明は、これらの例示的な実施形態に制約されず、任意の新規の特徴と、特徴の任意の組合せ（特に、請求項における特徴の任意の組合せを含む）を備えており、このことは、これらの特徴あるいは組合せ自体が請求項または例示的な実施形態に明示的に記載されていない場合であっても、該当するものとする。

【 0 1 0 0 】

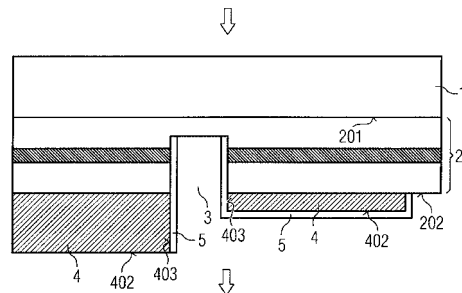
本特許出願は、独国特許出願第 1 0 2 0 0 7 0 1 9 7 7 3 . 1 号および独国特許出願第 1 0 2 0 0 7 0 2 2 9 4 7 . 1 号の優先権を主張し、これらの開示内容は、本願に援用される。

20

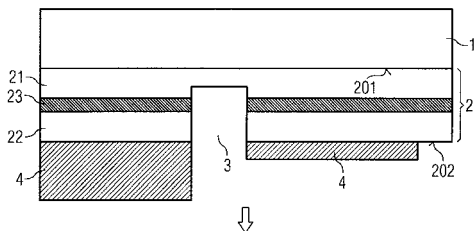
【 図 1 A 】



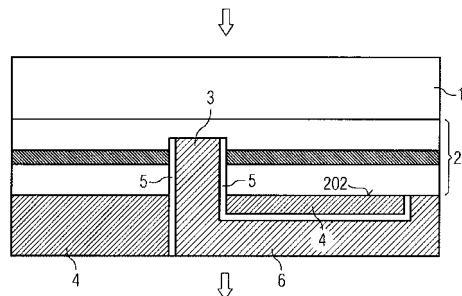
【 図 1 C 】



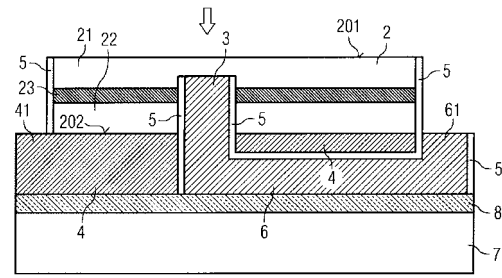
【 図 1 B 】



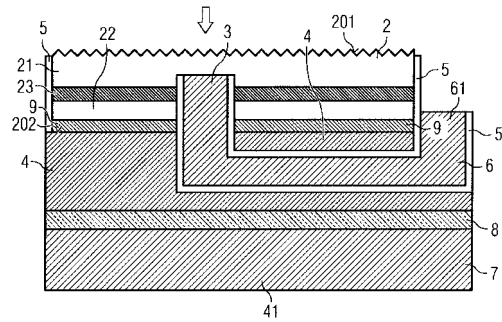
【 図 1 D 】



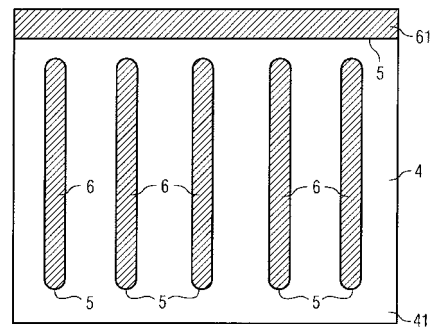
【 図 1 G 】



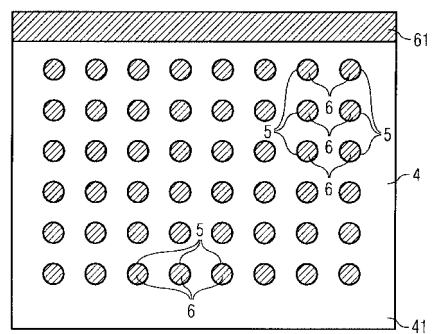
【 図 2 】



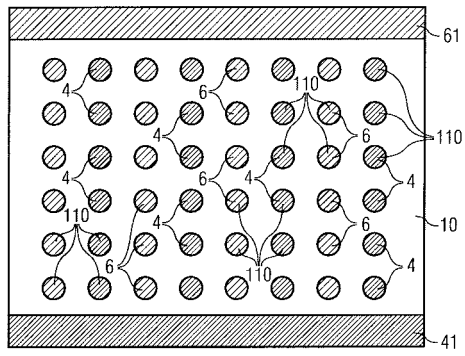
【 図 5 A 】



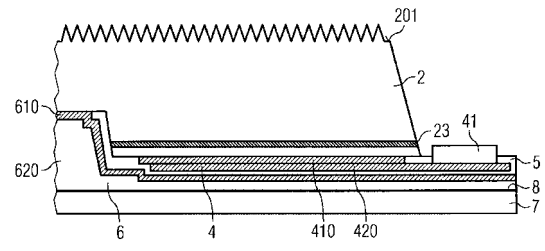
【 図 5 B 】



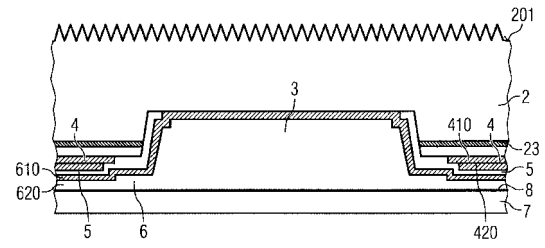
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 エンゲル カール
ドイツ国 9 3 0 5 1 レーゲンスブルク ゲルトルド - フォン - レ - オー - シュトラーセ 5
- (72)発明者 ローデ パトリック
ドイツ国 9 3 0 5 1 レーゲンスブルク メルクルシュトラーセ 2 4
- (72)発明者 ヘッペル ルツ
ドイツ国 9 3 0 8 7 アルテグロフスハイム レッシングシュトラーセ 1
- (72)発明者 サバシル マティアス
ドイツ国 9 3 0 5 9 レーゲンスブルク アム プロツェンヴァイハー 2 1 ベー

審査官 清水 靖記

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 0 5 / 0 8 1 3 1 9 (W O , A 1)
特開 2 0 0 6 - 1 0 8 6 9 8 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 4 6 6 4 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 6 / 0 0 6 5 5 5 (W O , A 1)
特開 2 0 0 5 - 1 9 7 2 8 9 (J P , A)
特開平 0 5 - 1 3 6 4 5 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 2 4 2 9 7 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4