

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6661009号
(P6661009)

(45) 発行日 令和2年3月11日(2020.3.11)

(24) 登録日 令和2年2月13日(2020.2.13)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 33/08 (2010.01) HO 1 L 33/08
 HO 1 L 33/38 (2010.01) HO 1 L 33/38

請求項の数 20 (全 23 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-521031 (P2018-521031) (86) (22) 出願日 平成28年11月9日 (2016.11.9) (65) 公表番号 特表2018-533220 (P2018-533220A) (43) 公表日 平成30年11月8日 (2018.11.8) (86) 国際出願番号 PCT/EP2016/077149 (87) 国際公開番号 W02017/081085 (87) 国際公開日 平成29年5月18日 (2017.5.18) 審査請求日 平成30年5月21日 (2018.5.21) (31) 優先権主張番号 102015119353.1 (32) 優先日 平成27年11月10日 (2015.11.10) (33) 優先権主張国・地域又は機関 ドイツ (DE)</p>	<p>(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 Semicond uctors GmbH ドイツ連邦共和国、93055 レーゲ スブルグ、ライプニッツシュトラッセ 4 Leibnizstrasse 4, D -93055 Regensburg, Germany (74) 代理人 110002952 特許業務法人鷲田国際特許事務所</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部品およびオプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

特定の順序で上下に配置された、第1の主面と、第1の層(10)と、活性層(11)と、第2の層(12)と、第2の主面とを含む半導体積層体(1)と、

前記第2の主面に配置され、前記半導体積層体(1)において前記第2の主面から前記第2の層(12)および前記活性層(11)を完全に貫通して延在して前記第1の層(10)に開口している凹部(2)を充填している第1のコンタクト要素(31)と、

前記第2の主面に平行で、かつ、横方向に互いに離間して前記第2の主面に設けられ、前記第2の主面の平面視において、前記凹部(2)に隣接して側方に配置されている複数の第2のコンタクト要素(32)と、

を備えるオプトエレクトロニクス半導体部品(100)であって、

前記第1のコンタクト要素(31)は、第1の透明中間層(20)と、第1の金属ミラー層(21)と、金属注入要素(23)とを含み、

前記第1の透明中間層(20)は、前記活性層(11)を横切って延びる前記凹部(2)の側壁に配置され、前記半導体積層体(1)に直接接触し、

前記第1の金属ミラー層(21)は、前記側壁の領域において前記第1の透明中間層(20)に直接設けられ、

前記金属注入要素(23)は、前記第1の層(10)に直接隣接する前記凹部(2)の底面に配置され、前記金属注入要素(23)と前記底面との間に更なる金属要素は配置されおらず、

前記第1の層(10)の領域において、前記第1の層(10)と前記第1の金属ミラー層(21)との間に電氣的接触が生成され、

前記第1の透明中間層(20)は、動作中に、前記第2の層(12)と前記第1のコンタクト要素(31)との間に直接電流が流れることを防止し、

前記第2のコンタクト要素(32)の輪郭は、動作中に前記第1の主面を見たときに明るくなる前記半導体部品(100)の像点(4)の形状、大きさおよび位置を規定し、

前記金属注入要素(23)および前記第1の金属ミラー層(21)は、異なる材料組成を有し、

前記第2のコンタクト要素(32)はそれぞれ、像点(4)に個別に割り当てられる、
オプトエレクトロニクス半導体部品(100)。

10

【請求項2】

前記凹部(2)の前記側壁は、前記第1の金属ミラー層(21)によって少なくとも80%以上覆われており、

前記活性層(11)によって出射される平均波長における前記第1の金属ミラー層(21)の反射率は、少なくとも80%であり、

前記活性層(11)によって出射される平均波長における前記金属注入要素(23)の反射率は、多くとも50%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部品(100)。

【請求項3】

前記金属注入要素(23)は、前記底面の領域において前記第1の層(10)に直接隣接している、または、

前記底面の領域において、前記金属注入要素(23)と前記第1の層(10)との間に透明層が配置され、前記透明層は、前記金属注入要素(23)および前記第1の層(10)と直接接続されており、前記活性層(11)によって出射される平均波長において少なくとも80%の透明度を有する、

請求項1または2に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品(100)。

20

【請求項4】

前記第1の透明中間層(20)は、第1の絶縁層(20)であり、前記側壁の領域において前記第1の金属ミラー層(21)と前記半導体積層体(1)との間に直接電流が流れることを防止する、

請求項1から3の何れか1項に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品(100)。

30

【請求項5】

前記第1の透明中間層(20)は、コンタクト層(20)であり、

前記コンタクト層(20)は、前記第1の層(10)の領域において、前記第1の層(10)と前記第1の金属ミラー層(21)との間に電氣的接触を生成し、

前記コンタクト層(20)は、前記第2の層(12)の領域において、前記第1の金属ミラー層(21)と前記第2の層(12)との間で電氣絶縁的に作用し、

前記コンタクト層(20)は、前記底面と前記金属注入要素(23)との間に追加的に配置されている、

請求項1から4の何れか1項に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品(100)。

40

【請求項6】

前記第2のコンタクト要素(32)が連続的に形成され、

前記活性層(11)は、前記活性層(11)上に前記第2のコンタクト要素(32)を投影させた領域に連続的に形成されている、

請求項1から5の何れか1項に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品(100)。

【請求項7】

前記第2のコンタクト要素(32)は、前記像点(4)が互いに独立して明るくなるように、動作中に互いに独立して制御され、

前記凹部(2)は、2つの隣接する第2のコンタクト要素(32)の間の領域に配置される、

50

請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品 (1 0 0) 。

【請求項 8】

少なくとも 1 つの像点 (4) に、それぞれの像点 (4) に重複して接触する複数の第 1 のコンタクト要素 (3 1) が割り当てられる、

請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品 (1 0 0) 。

【請求項 9】

前記第 1 のコンタクト要素 (3 1) の少なくとも 1 つは、複数の隣接する像点 (4) に隣接して側方に配置され、前記複数の隣接する像点 (4) と接触するために同時に形成される、

請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品 (1 0 0) 。

10

【請求項 10】

前記像点 (4) は、格子網の目に配置され、

少なくとも 1 つの第 1 のコンタクト要素 (3 1) の少なくとも 1 つの凹部 (2) は、前記格子網の少なくとも 1 つの交点に配置される、

請求項 7 に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品 (1 0 0) 。

【請求項 11】

前記凹部 (2) は、溝 (2) として形成され、

前記溝 (2) および前記金属注入要素 (2 3) はそれぞれ、前記第 2 の主面の平面視において、前記第 2 のコンタクト要素 (3 2) を完全に囲む連続軌道を形成する、

請求項 1 から 10 の何れか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品 (1 0 0) 。

20

【請求項 12】

前記溝 (2) は、個々の前記第 2 のコンタクト要素 (3 2) の周りに接続され、前記第 2 のコンタクト要素 (3 2) の周りに格子を形成し、

連続的な前記溝 (2) には、動作中に複数の像点 (4) に同時に接触する単一の連続的な第 1 のコンタクト要素 (3 1) が形成される、

請求項 7 または 11 に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品 (1 0 0) 。

【請求項 13】

前記金属注入要素 (2 3) と前記第 1 の金属ミラー層 (2 1) との間において、第 2 の絶縁層 (2 2) が前記凹部 (2) の前記側壁の領域に配置される、

30

請求項 12 に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品 (1 0 0) 。

【請求項 14】

前記金属注入要素 (2 3) は、前記凹部 (2) の前記底面に層として設けられ、

前記第 1 の金属ミラー層は、反射性充填材料として前記凹部 (2) に導入され、前記金属注入要素 (2 3) と前記第 2 の主面との間の領域を完全にまたは少なくとも部分的に充填する、

請求項 1 から 13 の何れか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品 (1 0 0) 。

【請求項 15】

A) 第 1 の主面と、前記第 1 の主面上の第 1 の層 (1 0) と、前記第 1 の層 (1 0) 上の活性層 (1 1) と、前記活性層 (1 1) 上の第 2 の層 (1 2) と、前記第 2 の層 (1 2) 上の第 2 の主面とを有する半導体積層体 (1) を設ける工程と、

40

B) 前記第 2 の主面において、前記活性層の主延在方向に平行である側方に互いに離間して配置されるように、複数の第 2 のコンタクト要素 (3 2) を設ける工程と、

C) 前記第 2 の層 (1 2) および前記活性層 (1 1) を完全に貫通して前記第 1 の層 (1 0) に開口し、前記第 2 の主面の平面視において、前記第 2 のコンタクト要素 (3 2) に隣接して側方に配置される凹部 (2) を、前記第 2 の主面から前記半導体積層体 (1) の中に穴または溝の形態で導入する工程と、

D) 第 1 の透明中間層 (2 0) が前記半導体積層体 (1) に直接隣接するように、前記活性層 (1 1) に対して側方に延びる前記凹部 (2) の底面および側壁の全領域に前記第

50

1の透明中間層(20)を設け、続いて、自己整合エッチングバックプロセスによって前記底面から前記第1の透明中間層(20)が除去される工程と、

E)前記側壁の領域において、第1の金属ミラー層(21)を前記第1の透明中間層(20)に直接設ける工程と、

F)前記第1の層(10)に直接隣接する前記凹部(2)の前記底面に金属注入要素(23)を設ける工程と、

を含み、

前記金属注入要素(23)と前記底面との間に更なる金属要素は配置されておらず、前記金属注入要素(23)および前記第1の金属ミラー層(21)は、異なる材料組成を有する、

オプトエレクトロニクス半導体部品(100)の製造方法。

【請求項16】

工程D)において、

乾式化学エッチバックプロセスによって前記底面から前記第1の透明中間層(20)が除去され、

前記第1の透明中間層(20)の前記エッチバックプロセスは、リソグラフィマスクを使用せずに実行される、

請求項15に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品(100)の製造方法。

【請求項17】

工程D)において、

前記第1の層(10)の領域において、前記第1の層(10)と前記第1の金属ミラー層(21)との間に電氣的接触が生成される、

請求項15または16に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品(100)の製造方法。

【請求項18】

工程E)において、

前記第1の金属ミラー層(21)は、前記凹部(2)の前記底面および前記側壁の全領域に設けられ、

続いて、湿式化学または乾式化学エッチバックプロセスによって前記底面から前記第1の金属ミラー層(21)が除去され、

前記第1の金属ミラー層(21)の前記エッチバックプロセスは、自己整合的であり、リソグラフィマスクを使用せずに実行される、

請求項15から17の何れか1項に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品(100)の製造方法。

【請求項19】

前記第1の金属ミラー層(21)を設けた後、かつ、前記第1の金属ミラー層(21)の前記エッチバックプロセス前に、

第2の絶縁層(22)が、前記凹部(2)の前記底面および前記側壁の領域において、前記第1の金属ミラー層(21)の全領域に設けられ、

続いて、乾式化学エッチバックプロセスによって、前記底面の領域において前記第1の金属ミラー層(21)から前記第2の絶縁層(22)が除去され、

前記第2の絶縁層(22)の前記エッチバックプロセスは、自己整合的であり、リソグラフィマスクを使用せずに実行される、

請求項18に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品(100)の製造方法。

【請求項20】

工程F)は、工程E)の前に実行され、

工程F)において、前記金属注入要素(23)は、異方性堆積法によって前記凹部(2)の前記底面上に層として形成され、

工程E)において、前記凹部(2)は、前記第1の金属ミラー層(21)を形成する反射性材料で充填される、

10

20

30

40

50

請求項 15 から 17 の何れか 1 項に記載のオプトエレクトロニクス半導体部品 (1 0 0) の製造方法。

【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部品およびオプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法に関する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0002】

達成すべき目的の 1 つは、ピクセル化発光面を有するオプトエレクトロニクス半導体部品を提供することである。このような発光面の個々の像点またはピクセルは、とりわけコントラストが高く、つまり観察者にとって明瞭に互いに分離するように意図されている。達成すべきさらなる目的の 1 つは、このような半導体部品の製造方法を特定することである。

【課題を解決するための手段】

【0003】

少なくとも一実施形態によれば、オプトエレクトロニクス半導体部品は、半導体積層体を備えている。半導体積層体は、特定の順序で上下に配置された、第 1 の主面と、第 1 の層と、活性層と、第 2 の層と、第 2 の主面とを含む。活性層は例えば、第 1 および / または第 2 の主面と実質的に平行に延在している。第 1 および第 2 の層は、半導体層であることが好ましく、それぞれが、例えば複数の別個の半導体層を含みうる。例えば、第 1 の層は、第 1 の主面および活性層と直接隣接している。第 2 の層は、活性層および第 2 の主面と直接隣接していることが好ましい。第 1 の層は、例えば n ドープ層であり、第 2 の層は、p ドープ層である。しかしながら、それぞれの場合において、反対の極性のドーピングも可能である。

【0004】

半導体積層体は例えば、III-V 族化合物半導体材料系である。半導体材料は例えば、 $Al_n In_{1-n-m} Ga_m N$ などの窒化物化合物半導体材料、 $Al_n In_{1-n-m} Ga_m P$ などのリン化物化合物半導体材料、または $Al_n In_{1-n-m} Ga_m As$ などのヒ化物化合物半導体材料であり、それぞれ $0 \leq n < 1$ 、 $0 \leq m < 1$ 、および $m+n < 1$ を満たす。ここで半導体積層体は、ドーパントおよび付加成分を含有しうる。しかし簡素化のために、たとえ少量の他の物質で部分的に置換および / または補完されていても、半導体積層体の結晶格子の必須成分のみ、つまり Al、As、Ga、In、N、または P のみが特定されている。半導体積層体は、好ましくは AlInGaN 系である。

【0005】

活性層は、例えば pn 接合を少なくとも 1 つ、および / または単一量子井戸 (略して SQW) の形態で、または多重量子井戸構造 (略して MQW) の形態で量子井戸構造を含んでいる。

【0006】

少なくとも一実施形態によれば、半導体部品は、第 2 の主面に配置された第 1 のコンタクト要素を含んでいる。第 1 のコンタクト要素は、例えば金属を含有している、または金属からなる。ここで、第 1 のコンタクト要素は、動作中に半導体積層体、特に第 1 の層と接触するように働く。

【0007】

第 1 のコンタクト要素は、半導体積層体の凹部を完全にまたは部分的に充填することが好ましい。特に、第 1 のコンタクト要素は、凹部の内面に沿って凹部の内面を完全に覆う、凹部における被膜でありうる。凹部は、第 2 の主面から第 2 の層および活性層を完全に貫通して第 1 の層に開口するように延在している。活性層に平行または実質的に平行に延在する凹部の底面が、第 1 の層に形成されうる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

凹部は例えば、円柱状貫通接続部などの貫通接続部を半導体積層体に構成しうる。したがって、円柱状貫通接続部の底面は、第 1 の層に形成される。

【 0 0 0 9 】

少なくとも一実施形態によれば、第 2 のコンタクト要素は、半導体積層体の第 2 の主面に設けられている。第 2 のコンタクト要素は、第 2 の主面の平面視において、凹部に隣接して側方に配置されており、平面視で例えば長方形または正方形の基本形をしている。ここで以下、側方とは、第 2 の主面および/または活性層の主延在方向に平行な方向である。第 2 のコンタクト要素は、例えば Al、Ag および/または Ti などの金属を含有している、またはこれらの金属からなる。

10

【 0 0 1 0 】

動作中に、例えば第 2 の電荷キャリアが第 2 のコンタクト要素を介して半導体積層体の第 2 の層に注入される。そのため、第 2 のコンタクト要素は、第 2 の層と電気的および機械的に直接接触していることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

第 1 のコンタクト要素および第 2 のコンタクト要素は、主面の平面視において、互いに隣接して配置され、互いに隔てられうる。あるいは、第 1 のコンタクト要素と第 2 のコンタクト要素とが平面視において少なくとも部分的に重なっており、側方とは直交する絶縁層によって、垂直方向において互いに隔てられ互いに絶縁されていることも可能である。

【 0 0 1 2 】

少なくとも一実施形態によれば、第 1 のコンタクト要素は、第 1 の透明中間層と、第 1 の金属ミラー層と、金属注入要素とを含んでいる。

20

【 0 0 1 3 】

少なくとも一実施形態によれば、第 1 の透明中間層は、活性層を横切って延在する凹部の側壁に配置され、半導体積層体と直接接触している。第 1 の中間層は、活性層によって発せられる放射に特に透明である。例えば、第 1 の中間層は、活性層によって出射される平均波長における透明度が 80% 以上、85% 以上、90% 以上または 95% 以上である。

【 0 0 1 4 】

少なくとも一実施形態によれば、第 1 の金属ミラー層は、側壁の領域において第 1 の中間層に直接設けられている。第 1 の金属ミラー層は、例えば銀、アルミニウムまたはロジウムを含む、またはこれらからなる。

30

【 0 0 1 5 】

少なくとも一実施形態によれば、金属注入要素は、第 1 の層に直接隣接する凹部の底面に配置されている。金属注入要素と底面との間にさらなる金属要素、特にさらなる反射性要素は配置されていない。第 1 の注入要素は、例えば Al、Ag、および/または Ti を含有する、またはこれらからなる。第 2 の主面の平面視において、金属注入要素は、凹部の底面の 60% 以上、80% 以上または 90% 以上を覆うことが好ましい。

【 0 0 1 6 】

第 1 のコンタクト要素を介して、例えば第 1 の電荷キャリアが、凹部を貫通して半導体積層体の第 1 の層に注入される。第 1 の層に向かう途中で、少なくとも第 1 の電荷キャリアの一部が金属注入要素を通過し、そこから半導体積層体の第 1 の層に入り込むことが好ましい。

40

【 0 0 1 7 】

少なくとも一実施形態によれば、所定の動作中に、第 1 の透明中間層は、第 2 の層と第 1 のコンタクト要素との間に直接電流が流れることを防止する。つまり、第 1 の透明中間層は、第 2 の層と第 1 のミラー層との間を電気絶縁するように機能する。つまり、この領域において第 1 の透明中間層は、所定の動作電圧が半導体部品に印加される際に、電流の透過がない、または電流の透過がほとんどない。同様のことが、活性層と第 1 のミラー層との間の領域にも当てはまることが好ましい。第 1 の層と第 1 のミラー層との間において

50

、第1の透明中間層は、電気絶縁効果または電流伝導効果を持ちうる。

【0018】

少なくとも一実施形態によれば、第2のコンタクト要素の輪郭は、動作中に第1の主面を見たときに明るくなる半導体部品の像点の形状、大きさおよび位置を規定している。したがって、例えば第1の主面を見たときに像点の形状は、第2のコンタクト要素を第1の主面に投影することで決められる。この場合、像点の形状および大きさは、第2のコンタクト要素の形状および大きさと必ずしも1:1で対応しない。特に、半導体積層体内での側方への電流の広がりによって、像点の形状および大きさは、第2のコンタクト要素の形状および大きさから、例えば10%以下または5%以下、わずかに外れうる。

【0019】

少なくとも一実施形態によれば、金属注入要素およびミラー層は、材料組成が異なる。特に、金属注入要素およびミラー層は、異なる材料からなる。

【0020】

少なくとも一実施形態において、オプトエレクトロニクス半導体部品は、特定の順序で上下に積層された、第1の主面と、第1の層と、活性層と、第2の層と、第2の主面とを含む半導体積層体を備えている。さらに、半導体積層体における凹部を充填する第1のコンタクト要素が第2の主面に配置されている。凹部は、第2の主面から、第2の層および活性層を完全に貫通して延在し、第1の層に開口している。第2のコンタクト要素も第2の主面に配置されており、第2の主面の平面視において、凹部に隣接して側方に配置されている。第1のコンタクト要素は、第1の透明中間層と、第1の金属ミラー層と、金属注入要素とを含んでいる。第1の中間層は、活性層を横切って延在する凹部の側壁に載置されて、半導体積層体と直接接触している。第1の金属ミラー層は、側壁の領域において第1の透明中間層に直接設けられている。金属注入要素は、第1の層に直接隣接する凹部の底面に配置されており、金属注入要素と底面との間に更なる金属要素は配置されていない。第1の透明中間層は、動作中に、第2の層と第1のコンタクト要素との間に直接電流が流れることを防止する。第2のコンタクト要素の輪郭は、動作中に第1の主面を見たときに明るくなる半導体部品の像点の形状、大きさおよび位置を規定している。金属注入要素と第1の金属ミラー層とは、異なる材料組成を有する。

【0021】

ここで説明した本発明は、特に、2つの隣接する像点間またはピクセル間でのとりわけ高いコントラスト比が望ましいという認識に基づいている。2つの像点間に、半導体積層体に接触させるためのめっき貫通孔があると、このような貫通コンタクト部が、2つのピクセル間でのコントラスト比の上昇に貢献しうる。活性層で発生する光は、めっき貫通孔の反射性側壁で反射され、隣接するピクセル間の光クロストーク(optical crosstalk)が抑制されうる。このような効果は、貫通接続部の底面が、像点からの光に対して低反射性、特に吸収性の材料であることで高められる。したがって、平面視において貫通接続部が暗く見え、2つの隣接する像点間のコントラスト比が高められる。

【0022】

金属注入要素および第1の金属ミラー層は異なる材料を含むため、第1の金属ミラー層は反射率において最適化され、金属注入層は電気特性において最適化されうる。概して、個々の像点またはピクセルの輝度、およびピクセル間のコントラスト比が向上されうる。

【0023】

少なくとも一実施形態によれば、凹部の側壁は、第1の金属ミラー層によって80%以上または95%以上覆われている。側壁は、第1の金属ミラー層によって完全に覆われていることが好ましい。

【0024】

少なくとも一実施形態によれば、活性層によって出射される平均波長における第1の金属ミラー層の反射率は、80%以上、85%以上、90%以上、92%以上または95%以上である。

【0025】

10

20

30

40

50

少なくとも一実施形態によれば、活性層によって出射される平均波長における金属注入要素の反射率は、70%以下、50%以下、40%以下、30%以下または10%以下である。

【0026】

少なくとも一実施形態によれば、金属注入要素は、底面の領域において半導体積層体の第1の層に直接隣接している。このように、第1の電荷キャリアは、さらなる材料または要素を経ずに金属注入要素から第1の層に直接注入されうる。

【0027】

あるいは、透明導電層が、底面の領域において金属注入要素と第1の層との間に形成されている。したがって、透明導電層は、一方の面で金属注入要素に直接隣接し、反対の面で第1の層に直接隣接している。透明導電層は、例えば活性層によって出射される平均波長において80%以上、85%以上、90%以上または95%以上の透明度を有する。ここで、透明導電層は、酸化インジウムスズ(略してITO)またはZnOなどの透明導電性酸化物(略してTCO)である、またはこれらからなる。透明導電層の底面での厚さは、例えば5nm以上、20nm以上、50nm以上または100nm以上、および/または500nm以下、200nm以下または100nm以下である。

10

【0028】

少なくとも一実施形態によれば、第1の透明中間層はコンタクト層であり、第1の層の領域において、第1の層と第1の金属ミラー層との間に電氣的接触を生成する。第2の層の領域で、コンタクト層は、第1の金属ミラー層と第2の層との間を実質的に電気絶縁するように機能する。コンタクト層は、側壁に配置されるだけでなく、底面と金属注入要素との間にもさらに配置されて、例えば底面および注入要素と直接接触している。コンタクト層は、特に凹部の全ての内面に沿って凹部を完全に覆う、単純につながった層などの連続層でありうる。

20

【0029】

コンタクト層の層厚は、例えば5nm以上200nm以下、好ましくは10nm以上50nm以下である。

【0030】

コンタクト層は、半導体積層体の第1の層と、第1の金属ミラー層および/または金属注入層との間で電氣的接触を生成する。つまり、コンタクト層は、半導体部品の動作中に第1の層への電気伝導性が良い。コンタクト層および第1の層との間の接触抵抗は、例えば $5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{cm}^2$ 以上 $1 \cdot 10^{-4} \cdot \text{cm}^2$ 以下である。したがって、動作電圧が印加されると、コンタクト層と第1の層との間に直接電流が流れることが可能となる。

30

【0031】

他方、コンタクト層は、第1の金属ミラー層と第2の層との間で電気絶縁的に機能し、したがってコンタクト層は、特に第2の層への電気伝導性に劣る。コンタクト層と第2の層との間の接触抵抗は、例えば上記の場合よりも桁違いに高くなりうる。したがって接触抵抗は、例えば上記上限の少なくとも10から100倍、特に100倍を超え、好ましくは1000倍を超え、つまり $1 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^2$ 以上である。半導体装置の機能性に関して、コンタクト層と第2の層との間で電流の流れは実質的に防止される。

40

【0032】

つまり、コンタクト層は、選択的に第1の層とのみ良好な電氣的接触を生成するコンタクト材料である。例えば、コンタクト材料は、半導体部品の動作時に第2の層へのプロッキングダイオードを形成する。あるいは、またはさらにコンタクト材料は、半導体部品の動作時に第2の層へのオーム接触抵抗を大幅に上昇させる。

【0033】

このような選択的なコンタクト特性を持つ材料は、例えば透明導電性酸化物(略してTCO)である。透明導電性酸化物は、透明導電性材料、一般的には、例えば酸化インジウムスズまたは酸化亜鉛などの金属酸化物である。

50

【0034】

少なくとも一実施形態において、コンタクト層はZnOなどの酸化亜鉛を含む、または酸化亜鉛からなる。半導体積層体は、例えば窒化ガリウム（略してGaN）系である。有利なことに、酸化亜鉛は、内在的にn型半導体として振る舞う。酸化亜鉛は、窒化ガリウム（略してn-GaN）系のn伝導型第1の層と選択的に良好な電氣的接触を生成し、半導体部品の動作時に、窒化ガリウム（略してp-GaN）系のp伝導型第2の層に対して逆流防止ダイオードを構成する。この場合、コンタクト層と第1の層との間の接触抵抗は、例えば $5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{cm}^2$ 以上 $5 \cdot 10^{-5} \cdot \text{cm}^2$ 以下でありうる。さらに、コンタクト層と第2の層との間のコンタクト抵抗は、 $5 \cdot 10^{-5} \cdot \text{cm}^2$ 以上でありうる。

10

【0035】

少なくとも一実施形態によれば、第1の透明中間層は、第1の絶縁層であり、側壁の全領域において第1の金属ミラー層と半導体積層体との間に直接電流が流れることを防止する。したがって、側壁の全領域において、第1の絶縁層は、半導体積層体と第1のコンタクト要素の導電材料との間で電気絶縁物を形成する。例えば第1の絶縁層は、SiO₂などの酸化ケイ素、またはSiNなどの窒化ケイ素を含む、またはこれらからなる。第1の絶縁層の厚さは、例えば50nm以上200nm以下である。特に、第1の金属ミラー層は、第1の層、第2の層および活性層から電気絶縁されている。

【0036】

少なくとも一実施形態によれば、第2のコンタクト要素は連続的に、特に単純につながって形成されている。したがって、第2のコンタクト要素は、穴などの中断するものがないことが好ましい。

20

【0037】

少なくとも一実施形態によれば、活性層は、活性層上に投影された第2のコンタクト要素の領域に、連続的に、特に単純につながって形成されている。第2の電荷キャリアは、第2のコンタクト要素の全側方範囲にわたって第2の層に入り込み、活性層の対応する全領域で第1の電荷キャリアと再結合する。したがって、この領域で電磁放射が発生する。ここで、このような活性層の発光領域の形状および大きさが、観察者が第1の主面を見たときに認識する像点の大きさおよび形状を実質的に規定している。わずかな寸法のずれ、および大きさのずれは、例えば半導体積層体内での電流の側方への広がり起因する。

30

【0038】

少なくとも一実施形態によれば、オプトエレクトロニクス半導体部品は、互いに隣接して配置され、第2の主面に平行な側方に互いに離間して配置された複数の第2のコンタクト要素を備えている。第2のコンタクト要素は、上記の、および後述の第2のコンタクト要素として形成されうる。第2のコンタクト要素は、第2の主面に、例えば格子網の目に、マトリクス状に配置されることが好ましい。したがって格子線の領域では、第2のコンタクト要素は互いに隔てられている。特に、上記の像点は、各第2のコンタクト要素に個別に割り当てられる。したがって、像点は、第1の主面でマトリクス状に配置されうる。

【0039】

少なくとも一実施形態によれば、第2のコンタクト要素は、像点が互いに独立して明るくなるように、動作中に互いに独立して制御される。つまり、コンタクト要素は、個別に、互いに独立して電流または電圧が供給されうる。

40

【0040】

少なくとも一実施形態によれば、上記単一の凹部または複数の凹部が、2つの隣接する第2のコンタクト要素間の領域に配置されている。

【0041】

少なくとも一実施形態によれば、半導体部品は、関連づけられた凹部を有する上記および後述の複数の第1のコンタクト要素を含む。第1のコンタクト要素は、個別に、互いに独立して制御される。あるいは、第1のコンタクト要素は、例えば共通のスイッチを介して共同的にのみ作動する。

50

【0042】

少なくとも一実施形態によれば、少なくとも1つの像点には、それぞれの像点に重複して接触する複数の第1のコンタクト要素が割り当てられている。凹部が、例えばめっき貫通孔として形成されている場合、関連づけられた第1のコンタクト要素を含む凹部は、像点に属する第2のコンタクト要素の全周に配置されうる。ここで、像点に重複して接触するとは、第1の電荷キャリアが動作時に複数の第1のコンタクト要素を介して半導体積層体に注入され、第2のコンタクト要素に割り当てられた像点からの第2の電荷キャリアと少なくとも部分的に再結合することを意味する。

【0043】

少なくとも一実施形態によれば、第1のコンタクト要素の少なくとも1つは、複数の隣接する像点の側方に隣接して配置されており、同時に、複数の隣接する像点と接触するために形成されている。このように、第1のコンタクト要素の凹部は、特に2つの隣接する第2のコンタクト要素の間、または関連づけられた像点の間の領域に配置されている。したがって、第1のコンタクト要素からの第1の電荷キャリアは、動作時に、ある像点の第2のコンタクト要素の第2の電荷キャリアと部分的に再結合し、かつ、その隣接する像点の第2のコンタクト要素の第2の電荷キャリアとも部分的に再結合する。

10

【0044】

少なくとも一実施形態によれば、像点は、格子網の目に配置されており、少なくとも1つのコンタクト要素の少なくとも1つの凹部は、格子網の少なくとも1つの交点に配置されている。第2の主面の平面視において第2のコンタクト要素が正方形または長方形に形成されている場合、凹部は、例えば第2のコンタクト要素の角に配置されている。

20

【0045】

少なくとも一実施形態によれば、凹部は、溝として形成されている。第2の主面の平面視において、溝および金属注入要素が、第2のコンタクト要素を完全に囲む連続軌道を形成する。特に、隣接する像点のコントラスト比は、このような凹部の溝形の構成によって高められる。

【0046】

少なくとも一実施形態によれば、半導体部品は、その周りにそれぞれ溝が配置された複数の第2のコンタクト要素を備えている。各第2のコンタクト要素の周りの溝は、共に切れ目のない溝を形成するように、連続的に形成されていることが好ましい。好ましくは、溝は、第2のコンタクト要素の周りに格子網を形成している。第2のコンタクト要素は、格子網の目に配置される。

30

【0047】

少なくとも一実施形態によれば、単一の連続する第1のコンタクト要素は、第2のコンタクト要素の周りの切れ目のない溝に形成されており、動作時に複数の像点に同時に接触している。連続する第1のコンタクト要素は、例えば連続的な溝の格子構造に沿っている。

【0048】

少なくとも一実施形態によれば、金属注入要素は、第1の主面から離れる方向に、第2の主面から突出している。金属注入要素は、一片に形成されていることが好ましい。特に、金属注入要素は、凹部の全垂直範囲、またはほぼ全垂直範囲にわたって延在している。側方において、第1の中間層、第1のミラー層および金属注入要素が互いに重ねられている。

40

【0049】

少なくとも一実施形態によれば、第2の絶縁層が、凹部の側壁の領域において金属注入要素と第1の金属ミラー層との間に配置され、例えば第1の金属ミラー層と金属注入要素とを互いに電気絶縁している。第2の絶縁層は、上記第1の絶縁層と同じまたは異なる材料を含みうる。第2の絶縁層は、側壁の領域において金属注入要素および第1の金属ミラー層の両方と直接接触しうる。あるいは、第2の絶縁層は存在せず、第1の金属ミラー層が側壁の領域において金属注入要素と直接接触しうる。

50

【0050】

少なくとも一実施形態によれば、金属注入要素は、凹部の底面に層として設けられている。ここで、第1の金属ミラー層は、凹部に例えばミラー充填材料として導入されており、金属注入要素と第2の主面との間の領域を完全にまたは少なくとも部分的に充填している。この場合、第1のコンタクト要素に注入される第2の電荷キャリアは、反射性充填材料または第1の金属ミラー層を介して金属注入要素に入り、そこから第1の層に入る。底面での金属注入要素の層厚は、例えば5nm以上、20nm以上、50nm以上または100nm以上、および/または、500nm以下、200nm以下または100nm以下である。

【0051】

少なくとも一実施形態によれば、第2のコンタクト要素を制御するためのスイッチを含むキャリアが、第2の主面に配置されている。キャリアは例えば、薄膜トランジスタなどのトランジスタをスイッチとして備えるアクティブマトリクス素子でありうる。第2のコンタクト要素は、例えば各スイッチに個別に割り当てられている。第2のコンタクト要素は、スイッチを介して個別に、互いに独立して制御されうる。

【0052】

少なくとも一実施形態によれば、第1の主面は、半導体部品から、または半導体部品に電磁放射を入射または出射するための放射面である。したがって、特に部品を安定化するキャリアは、第1の主面に載置されていない。薄い封入層のみ第1の主面に載置されうる。放射面は、半導体部品の全側方範囲にわたって平坦となるように設計されることが好ましい。特に、溝の形態であるノッチが、第1の主面の2つの隣接する像点の間には導入されない。

【0053】

さらに、オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法が提供される。製造方法は、例えば上記半導体部品を製造するのに好適である。オプトエレクトロニクス半導体部品に関連して開示した全ての特徴は、したがって製造する方法においても開示され、その逆も同様である。

【0054】

少なくとも一実施形態によれば、製造する方法は、第1の主面と、第1の主面上の第1の層と、第1の層上の活性層と、活性層上の第2の層と、第2の層上の第2の主面とを含む半導体積層体が設けられる工程Aを含む。

【0055】

少なくとも一実施形態によれば、工程Bにおいて複数の第2のコンタクト要素が第2の主面において、活性層の主延在方向に平行である側方に互いに離間して配置される。

【0056】

少なくとも一実施形態によれば、工程Cにおいて穴または溝の形態である凹部が第2の主面から半導体積層体に導入される。凹部は、第2の層および活性層を完全に貫通して、第1の層に開口する。さらに、凹部は、第2の主面の平面視において、第2のコンタクト要素に隣接して側方に配置される。

【0057】

少なくとも一実施形態によれば、製造方法は、活性層に対して側方に延びる凹部の側壁に第1の透明中間層を設ける工程Dを含む。ここで、第1の透明中間層は、半導体積層体に直接隣接する。

【0058】

少なくとも一実施形態によれば、製造方法は、側壁の領域において第1の金属ミラー層を第1の透明中間層に直接設ける工程Eを含む。

【0059】

少なくとも一実施形態によれば、工程Fにおいて、金属注入要素が、第1の層に直接隣接する凹部の底面に設けられる。その後、金属注入要素と底面との間に更なる金属要素は配置されていない。金属注入要素および第1の金属ミラー層は、異なる材料組成を有する

10

20

30

40

50

。

【0060】

少なくとも一実施形態によれば、工程Aから工程Fは指定の順に別個の工程として行われる。特に、工程AからDは指定の順に行われうる。

【0061】

少なくとも一実施形態によれば、第1の透明中間層は、凹部の底面および側壁の全領域にわたって設けられる。したがって、凹部の内面は、まず完全に第1の透明中間層で覆われる。その後の工程で、底面から、第1の透明中間層が乾式化学エッチングバックプロセスによって除去される。第1の透明中間層のエッチングバックは、リソグラフィマスクの使用を必要としないように、自己整合的に行われることが好ましい。方向性(directed)乾式化学エッチングプロセスでは、第1の中間層が、垂直に延在する側壁から分離されない、またはほとんど分離されないが、エッチング速度または側方に延在する底面のエッチング速度は大幅に上がる。

10

【0062】

あるいは、底面からの第1の透明中間層の除去も省きうる。したがって、さらなる製造方法において、第1の透明中間層は、底面からも側壁からも除去されない。これは、特に第1の透明中間層が上記のコンタクト層である場合に該当しうる。

【0063】

少なくとも一実施形態によれば、工程Eにおいて、第1の金属ミラー層は、凹部の底面および側壁の全領域にわたって設けられる。したがって、凹部の内面は、まず第1の金属ミラー層で完全に覆われる。その後、底面から、第1の金属ミラー層が湿式化学または乾式化学エッチングバックプロセスによって除去されうる。第1の金属ミラー層のエッチングバックも、上記同様、自己整合的に、リソグラフィマスクを使用せずに行われることが好ましい。第1の金属ミラー層の湿式化学エッチングバックは、凹部の側壁の第1の金属ミラー層が保護層、例えば後述の第2の絶縁層で覆われる場合に、特に好適である。

20

【0064】

少なくとも一実施形態によれば、第1の金属ミラー層を設けた後、かつ、第1の金属ミラー層のエッチングバック前に、第2の絶縁層が、凹部の底面および側壁の領域において、第1の金属ミラー層の全領域に設けられる。その後、第1の金属ミラー層から、底面の領域において第2の絶縁層が乾式化学エッチングバックプロセスによって除去される。第2の絶縁層も、リソグラフィマスクの使用を必要としないように、自己整合的にエッチングバックされることが好ましい。

30

【0065】

少なくとも一実施形態によれば、工程Fは、工程Eの前に実行される。工程Fにおいて、金属注入要素は、異方性堆積法によって凹部の底面上に層として形成される。その後、工程Eにおいて、凹部は、第1の金属ミラー層を形成する反射性充填材料で充填される。

【0066】

上記オプトエレクトロニクス半導体部品およびオプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法は、図面を参照しながら例示的な実施形態を用いて以下にさらに詳細に説明する。各図において、同じ参照番号は同じ要素を示す。しかしながら、縮尺関係は示しておらず、個々の要素はより理解を深めるために拡大されうる。

40

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1A】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図1B】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図1C】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図1D】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異

50

なる段階を示す。

【図 1 E】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図 1 F】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図 1 G】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図 1 H】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図 1 I】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異なる段階を示す。

10

【図 1 J】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図 1 K】オプトエレクトロニクス半導体部品の製造方法の例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図 1 L】オプトエレクトロニクス半導体部品の例示的な実施形態の平面図である。

【図 1 M】オプトエレクトロニクス半導体部品の例示的な実施形態の平面図である。

【図 1 N】オプトエレクトロニクス半導体部品の例示的な実施形態の平面図である。

【図 2 A】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

20

【図 2 B】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

【図 2 C】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

【図 3 A】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

【図 3 B】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

【図 4 A】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

30

【図 4 B】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

【図 4 C】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

【図 5 A】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

【図 5 B】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

【図 5 C】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における段階を示す。

40

【図 6 A】オプトエレクトロニクス半導体部品の例示的な実施形態の側面図である。

【図 6 B】オプトエレクトロニクス半導体部品の変形例の側面図である。

【図 7 A】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図 7 B】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図 7 C】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における異なる段階を示す。

【図 7 D】オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法のさらなる例示的な実施形態における異なる段階を示す。

50

【発明を実施するための形態】

【0068】

図1Aは、オプトエレクトロニクス半導体部品を製造する方法の第1の段階を示す。ここで、半導体積層体1が、例えば半導体積層体1の成長基板などの基板13に直接載置される。半導体積層体1は、基板13に対向する第1の主面と、基板13とは反対側に面する第2の主面とを有する。第1の層10と、活性層11と、第2の層12とが、基板13に配置され、特定の順序で第1の主面と第2の主面との間に載置される。さらに、第2のコンタクト層320とその上に配置される第1のパッシベーション層14とが半導体積層体1の第2の主面に載置される。

【0069】

半導体積層体1は、例えばGaN系であり、基板13は、例えばサファイアまたはGaN成長基板である。第2のコンタクト層320は、例えばAgから形成されている。第1のパッシベーション層14は、SiO₂またはSiNなどの絶縁性材料を含む、またはこれらからなる。

【0070】

図1Bに示す製造する方法の段階では、第2のコンタクト層320およびその上に配置されたパッシベーション層14は、マスクを用いたリソグラフィによってパターン化される。このような構造化によって、第2のコンタクト要素32は、第2の主面において、活性層11の主延在方向に平行である側方に互いに離間して配置される。

【0071】

図1Cに示す段階で、半導体積層体1は、同じマスクを用いてパターン化される。ここで、第2の主面から第2の層12および活性層11を完全に貫通して延在し、第1の層10に開口する凹部2が、半導体積層体1に導入される。凹部2は、隣接する第2のコンタクト要素32の間の空間に形成される。凹部2は、円柱状の貫通孔または溝であり、それぞれ活性層11を横切って延在する側面と、活性層11と実質的に平行な底面とを有している。

【0072】

図1Dの段階において、SiO₂層またはSiN層などの第1の絶縁層20の形態である第1の中間層20が、凹部2の側壁に全面的に載置される。第1の絶縁層20は例えば、まず第1の絶縁層20のコンフォーマル堆積 (conformal deposition) によって、半導体積層体1の第2の主面に載置されうる。ここで第1の絶縁層20は、凹部2の側壁および底面にぴったりと配置される。その後、第2の主面に垂直な面におけるよりも第2の主面に平行な面におけるエッチング速度が大きい、乾式化学エッチングバックプロセスが行われる。この結果、第1の絶縁層20は、凹部2の底面から完全に除去される一方、凹部2の側面に残る。このような自己整合エッチングバックプロセスでは、リソグラフィマスクのようにマスクの使用を必要としない。

【0073】

図1Eに示す段階では、例えばAg層などの第1の金属ミラー層21が、第2の主面から半導体積層体1に載置される。第1のミラー層21は、凹部2の底面および側壁の両方を完全にぴったりと覆う。

【0074】

図1Fの段階では、例えばSiO₂層またはSiN層などの第2の絶縁層22が、凹部2の側壁の領域において第1の金属ミラー層21に載置される。第2の絶縁層22の載置は、第1の絶縁層20の載置と同様に、コンフォーマル堆積の後に、エッチングバックプロセスによって行われる。このように、凹部2の底面の領域に配置された第1の金属ミラー層21から第2の絶縁層22が除去される。

【0075】

図1Gの段階において、凹部2の底面から第1の金属ミラー層21も除去される。凹部2の底面から第1の金属ミラー層21を除去するために、乾式化学または湿式化学エッチングが用いられうる。湿式化学エッチング、特に等方性エッチングの場合、側壁において

10

20

30

40

50

第1のミラー層21に影響が及ばないように、第2の絶縁層22が側壁上で保護層として機能する。したがって、第2の絶縁層22は、第1の金属ミラー層21にエッチングプロセスを行うためのマスクとして実質的に機能する。凹部2の底面から第1の金属ミラー層21をエッチング除去するために、追加のリソグラフィマスクの使用も必要でない。

【0076】

図1Hの段階では、凹部2は、Al、Ti、またはAuなどの金属材料の形態である金属注入要素23で充填される。第2の主面において、金属注入要素23は、凹部2の周りの領域も覆う。図1Hの断面図では、金属注入要素23は、T形状である。概して、第1のコンタクト要素31は、凹部2を完全に充填する金属注入要素23で少なくとも部分的に充填することで形成される。凹部2の底面の領域において、金属注入要素23は、半導体積層体1の第1の層10と直接接触する。あるいは、第1の層10および金属注入要素23と直接接触するZnOまたはITOなどの透明導電性材料が凹部2の底面に載置される。

10

【0077】

図1Iに示す段階で、第2のパッシベーション層15が第2の主面に載置され、第1のコンタクト要素31および第2のコンタクト要素32を完全にぴったりと覆う。第2のパッシベーション層15は、第1のパッシベーション層14と同じ材料を含む、または同じ材料からなる。

【0078】

図1Jにおいて、第1のパッシベーション層14および第2のパッシベーション層15がリソグラフィでパターン化され、第1のコンタクト要素31および第2のコンタクト要素32が、少なくとも部分的に露出する。特に、第2のコンタクト要素32は、第1のコンタクト要素31と重ならない領域で露出する。

20

【0079】

図1Kの段階では、図示のスイッチ50を含むキャリア5が、半導体積層体1の第2の主面に載置される。ここで、スイッチ50は、はんだ金属または導電性接着剤などの導電性材料を介して機械的および導電的に第2のコンタクト要素32に接続される。第2のコンタクト要素32は、各スイッチ50に個別に割り当てられている。スイッチ50を介して、個々の第2のコンタクト要素32は個別に、互いに独立して接続、または電圧印加される。さらに、第1のコンタクト要素31には、全ての第1のコンタクト要素31に共に接続して電流を供給する共通のスイッチ50が割り当てられている。

30

【0080】

図1Kでは、基板13が半導体積層体1の第1の主面から除去されていることもわかる。半導体積層体1の第1の主面は、活性層11で発せられる放射のための放射面6を形成している。放射面6は、複数の第1のコンタクト要素31および第2のコンタクト要素32にわたって連続して延在している。

【0081】

さらに図1Kから、像点4は、各第2のコンタクト要素32に個別に割り当てられていることが分かる。動作時に放射面6を見たときに、どの第2のコンタクト要素32に電流が供給されるかに応じて、像点4が明るくなる。像点4は、第2のコンタクト要素32の放射面6への投影で実質的に規定される。したがって像点4の形状、大きさおよび位置は、第2コンタクト要素32の形状、大きさおよび位置に実質的に基づいている。

40

【0082】

図1Lは、上記半導体部品100の例示的な一実施形態を、半導体積層体1の第2の主面の平面図で示す。個々の第2のコンタクト要素32がマトリクス状パターンに配置されていることがわかる。第1のコンタクト要素31は、単一の連続する第1のコンタクト要素31を形成している。凹部2は、第2のコンタクト要素32の周りに格子の形態で配置された連続する溝2を形成している。第1のコンタクト要素31は、複数の第2のコンタクト要素32に対する共通の嵌合接触部を形成している。

【0083】

50

図 1 M は、半導体部品 1 0 0 の第 1 の主面または放射面 6 の平面図を示す。第 2 のコンタクト要素 3 2 に個別に割り当てられている個々の像点 4 の輪郭は、破線で示されており、これらの輪郭は、第 2 のコンタクト要素 3 2 の輪郭に実質的に対応する。個々の像点 4 は、図 1 M に示す放射面 6 がピクセル化発光面となるように、動作時に個々に、互いに独立して制御されうる。

【 0 0 8 4 】

図 1 L の例示的な実施形態のように、図 1 N の例示的な実施形態において、半導体積層体 1 の第 2 の主面の平面図が示されている。図 1 L とは対照的に、ここで凹部は第 2 のコンタクト要素 3 2 の周りの溝 2 としては配置されず、半導体積層体 1 の穴 2 として形成されている。穴 2 はそれぞれ、第 2 のコンタクト要素 3 2 の周りの格子網の交点に設けられている。特に、穴 2 に配置されている第 1 のコンタクト要素 3 1 はしたがって、例えば半導体積層体 1 に形成された円柱状の貫通孔などの、めっき貫通孔の形態である。複数の第 1 のコンタクト要素 3 1 は、各第 2 のコンタクト要素 3 2 と関連づけられる。しかしながら少なくとも 2 つの第 2 のコンタクト要素 3 2 が、各第 1 のコンタクト要素 3 1 に割り当てられる。

10

【 0 0 8 5 】

図 2 A から 2 C は、図 1 A および 1 B の工程とは別の工程を示す。

【 0 0 8 6 】

図 2 A では、互いに隔てられた複数の第 2 のコンタクト要素 3 2 が半導体積層体 1 の第 2 の主面に載置される。図 1 A の段階とは対照的に、この時点で第 1 のパッシベーション層 1 4 は、第 2 のコンタクト要素 3 2 に載置されていない。

20

【 0 0 8 7 】

図 2 B の段階では、第 1 のパッシベーション層 1 4 は、第 2 のコンタクト要素 3 2 に載置される。ここで、第 1 のパッシベーション層 1 4 は、第 2 のコンタクト要素 3 2 を完全に覆い、隣接する第 2 のコンタクト要素 3 2 の間で第 2 の主面の中間領域を充填している。

【 0 0 8 8 】

第 1 のパッシベーション層 1 4 はその後、半導体積層体 1 が 2 つの隣接する第 2 のコンタクト要素 3 2 の間の領域で露出するように、マスクを用いたピクセルレベルの微細リソグラフィによってパターン化されうる。図 2 C はその結果を示している。図 1 B とは対照的に、これらの工程で、第 2 のコンタクト要素 3 2 は、第 2 の主面を横切って延在する側面においても、第 1 のパッシベーション層 1 4 で覆われている。これによって、第 2 のコンタクト要素 3 2 がより好適に保護されるという利点がある一方、第 2 のコンタクト要素 3 2 間の領域の面積がさらに減り、さらなる処理工程が必要になるという欠点がある。

30

【 0 0 8 9 】

図 3 A から 3 B は、図 1 H から 1 J の工程とは別の工程を示す。ここで図 3 A は、図 1 H に対応している。

【 0 0 9 0 】

図 1 H から 1 J の例示的な実施形態とは異なり、第 1 のコンタクト要素 3 1 が形成された後、第 2 のパッシベーション層 1 5 は、半導体積層体 1 の第 2 の主面に載置されない。その代わりに、図 3 B に示すように、第 1 のパッシベーション層 1 4 は、フォトリソグラフィによって直接パターン化され、第 1 のコンタクト要素 3 1 および第 2 のコンタクト要素 3 2 は、少なくとも部分的に露出される。第 2 のパッシベーション層 1 5 は、全く用いられない。このため、図 1 に示した方法より必要な工程が少なく有利である。

40

【 0 0 9 1 】

図 4 A から 4 C は、図 1 E から 1 H の工程とは別の工程を示す。ここで図 4 A は、図 1 E に対応している。

【 0 0 9 2 】

図 1 E から 1 H とは対照的に、凹部 2 の底面から第 1 の金属ミラー層 2 1 を除去するために第 2 の絶縁層 2 2 は用いられない。その代わりに図 4 B に示すように、第 1 の金属ミ

50

ラー層 2 1 は、凹部 2 の底面から、例えば乾式化学エッチングバックプロセスなどの異方性エッチングバックプロセスによってエッチングバックされる。エッチングバックプロセスにおける異方性のために、凹部 2 の底面のみが露出され、第 1 の金属ミラー層 2 1 は凹部 2 の側壁に残る。

【 0 0 9 3 】

図 4 C は、どのように凹部 2 が金属注入要素 2 3 で充填されるかを示しており、この結果、第 1 のコンタクト要素 3 1 が形成される。さらに、金属注入要素 2 3 は凹部 2 の底面で第 1 の層 1 0 と直接接触している。また、図 4 C の例示的な実施形態では、金属注入要素 2 3 は、第 1 のミラー層 2 1 とともに直接電気接触している。

【 0 0 9 4 】

図 5 A から 5 C では、図 1 D から 1 H の工程の代替として行われうる工程の段階が示されている。

【 0 0 9 5 】

図 5 A は、上記図 1 D に対応する。つまり、凹部 2 の側壁はすでに第 1 の絶縁層 2 0 で覆われており、これに対して凹部 2 の底面に第 1 の絶縁層 2 0 は存在しない。

【 0 0 9 6 】

図 5 B は、どのように金属注入要素 2 3 が底面に層として、例えば物理気相成長（略して PVD）などの異方性堆積法によって、凹部 2 の底面に直接載置されるかを示している。これは、例えばフォトリソグラフィマスクを用いることで行われうる。異方性堆積法を用いることで、凹部 2 の側面には金属注入要素 2 3 が存在しないままである。

【 0 0 9 7 】

図 5 C に示す段階では、その後、反射性金属充填材料 2 1 が凹部 2 に導入される。充填材料 2 1 は、凹部 2 を完全に充填し、第 2 の主面から離れる方向に凹部 2 から突出している。反射性充填材料 2 1 は同時に、第 1 の金属ミラー層 2 1 を形成している。上記例示的な実施形態とは対照的に、第 1 のコンタクト要素 3 1 は、注入要素 2 3 の代わりに、第 1 の金属ミラー層 2 1 から主に形成されている。

【 0 0 9 8 】

図 6 A は、図 1 K の例示的な実施形態に対応する、オプトエレクトロニクス半導体部品 1 0 0 の例示的な一実施形態の側面図である。また、図 6 A は、活性層 1 1 で発生する電磁波の光路を矢印で示している。

【 0 0 9 9 】

実線の矢印は、活性層 1 1 から直接、放射面 6 を介して半導体部品 1 0 0 から出射される、像点 4 内の光線を示している。

【 0 1 0 0 】

破線の矢印は、光線が凹部の側壁で反射された後、放射面を介して出射される光路を示している。ここで、光線は、高反射性である第 1 の金属ミラー層 2 1 によって特に効果的に反射される。

【 0 1 0 1 】

点線の矢印は、活性層 1 1 からの光線がまず放射面 6 に当たって、フレネル反射または全反射によって部分的または完全に反射される光路を示している。このような光線は、隣接する像点 4 に到達し、ピクセル間のコントラストを低下するおそれがある。

【 0 1 0 2 】

しかしながら、例示的な本実施形態では、光線はまず凹部 2 の底面、第 1 の金属ミラー層 2 1 ではなく金属注入要素 2 3 に当たる。金属注入要素 2 3 は、光が底面で吸収されるように、吸収性または反射しにくいことが好ましい。これによって隣接する像点 4 の光クロストークが低減され、観察者に対するコントラスト比が高められる。

【 0 1 0 3 】

これとは対照的に、図 6 B は、金属注入要素 2 3 と第 1 の金属ミラー層 2 1 とが同じ材料で形成された半導体部品 1 0 0 の変形例を示す。図 6 B から理解されるように、光線は凹部 2 の底面で反射され、隣接する像点のクロストークが生じて、観察者に対するコント

10

20

30

40

50

ラスト比が低下する。

【0104】

図7Aから7Dは、製造方法のさらなる例示的な実施形態における様々な段階を示している。図7Aの段階は、例えば図1Cの段階に続くものである。

【0105】

図7Aでは、凹部2の領域に開口を有するフォトマスク40がパッシベーション層14にさらに載置される。概して、このような開口は、凹部2の側方への広がりより大きい。図7Aに示すように、第1の透明中間層20が、例えばスパッタリングなどの無方向性(undirected)プロセスによって、連続する層としてフォトマスク40に載置され、凹部2に導入される。ここで、第1の透明中間層20は、凹部2の底面および側壁の両方を完全に覆う。

10

【0106】

上記例示的な実施形態とは対照的に、第1の透明中間層20は第1の絶縁層ではなく、半導体積層体1の第1の層10とのコンタクト抵抗が低く、半導体積層体1の第2の層12とのコンタクト抵抗が高いコンタクト層20である。半導体積層体1は例えば、Ga₂N系であり、第1の層10は、例えばn-GaN層であり、第2の層12は、例えばp-GaN層である。コンタクト層20の材料は、例えばZnOである。

【0107】

上記例示的な実施形態の全てにおいて、第1の透明中間層20は第1の絶縁層20であったが、第1の絶縁層20はそれぞれこのようなコンタクト層20にも置き換えることが可能である。

20

【0108】

図7Bの段階において、金属層が、気相蒸着などの方向性プロセスによってコンタクト層20に載置される。このような金属層は、凹部2の底面の領域において金属注入要素23を形成する。コンタクト層20は、金属注入要素23と第1の層10との間で電流を伝導しうる。金属層の方向性載置によって、側方に延在する面、特に底面のみが確実に覆われる。垂直に延在する面、特に側壁は、金属注入要素23の金属材料で覆われない、またはわずかにのみ覆われる。

【0109】

図7Cの段階では、第1の金属ミラー層21は、側壁および底面の両方が第1の金属ミラー層21で覆われるように、無方向性または等方性の方法で載置される。

30

【0110】

図5Cの例示的な実施形態の例とは対照的に、第1の金属ミラー層21は、凹部2を完全には充填せず、凹部2の底面および側壁に沿って部分的にのみ充填する。ここで凹部2の一部は充填されないままである。このような凹部2の部分的な充填は、上記例示的な実施形態の全てにおいても選択しうる。

【0111】

図7Dは、フォトマスク40がその上に位置する層と共に分離された段階を示す。その後、例えば図1Iから1Kに関連して説明した工程が、半導体部品100を完成するために行われうる。

40

【0112】

本発明は例示的な実施形態を用いた説明に限定されない。むしろ本発明はいかなる新たな特徴およびいかなる特徴の組み合わせを包含し、たとえこれらの特徴またはその組み合わせ自体が本願特許請求項または例示的な実施形態に明示的に記述されていなくても、本発明は特に本願特許請求項におけるいかなる特徴の組み合わせも包含する。

【0113】

本出願は、独出願第102015119353.1号の優先権を主張するものであり、この文書の開示内容は参照により本明細書に援用される。

【符号の説明】

【0114】

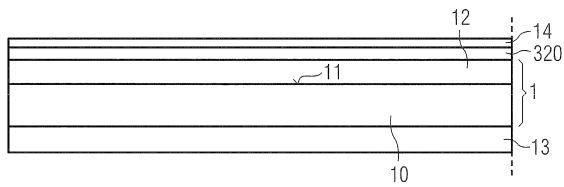
50

- 1 半導体積層体
- 2 凹部
- 4 像点
- 5 キャリア
- 6 放射面
- 10 第1の層
- 11 活性層
- 12 第2の層
- 13 基板
- 14 第1のパッシベーション層
- 15 第2のパッシベーション層
- 20 第1の透明中間層
- 21 第1の金属ミラー層
- 22 第2の絶縁層
- 23 金属注入要素
- 31 第1のコンタクト要素
- 32 第2のコンタクト要素
- 40 フォトマスク
- 50 スイッチ
- 100 オプトエレクトロニクス半導体部品

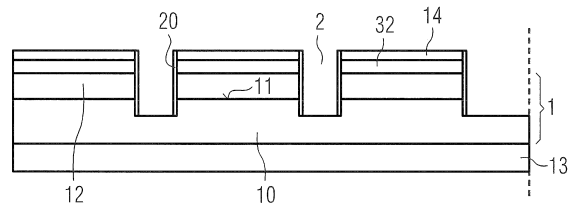
10

20

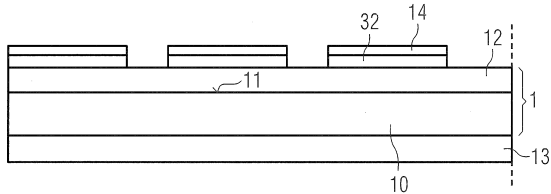
【図1A】



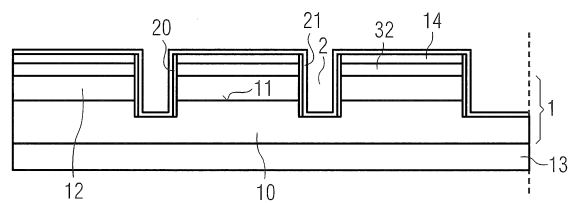
【図1D】



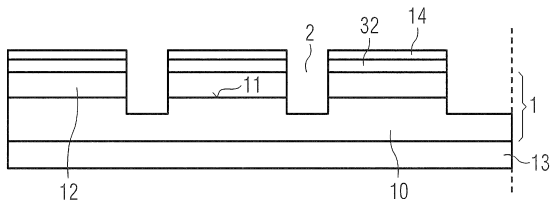
【図1B】



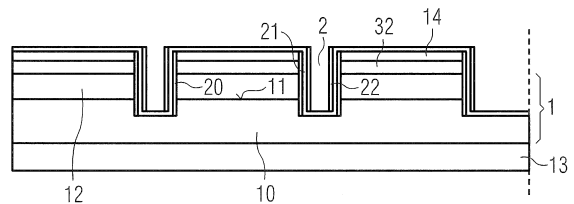
【図1E】



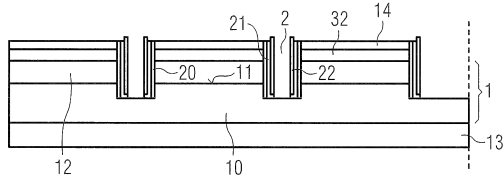
【図1C】



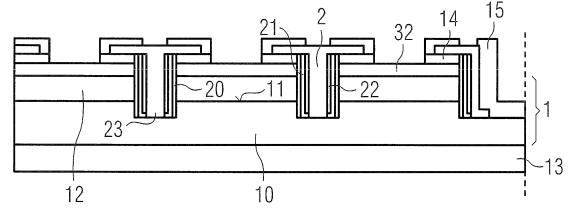
【図1F】



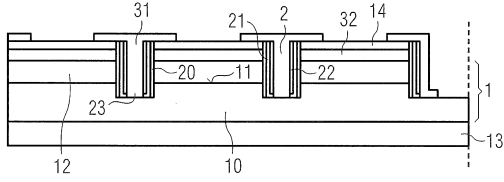
【図 1 G】



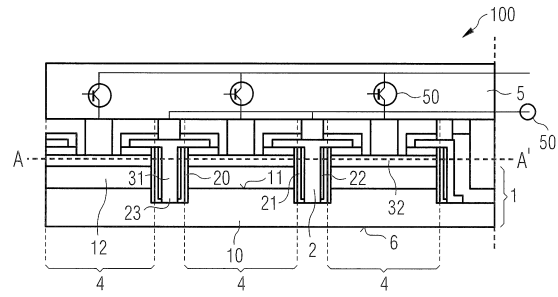
【図 1 J】



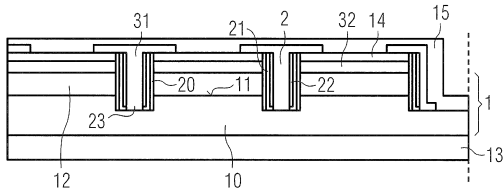
【図 1 H】



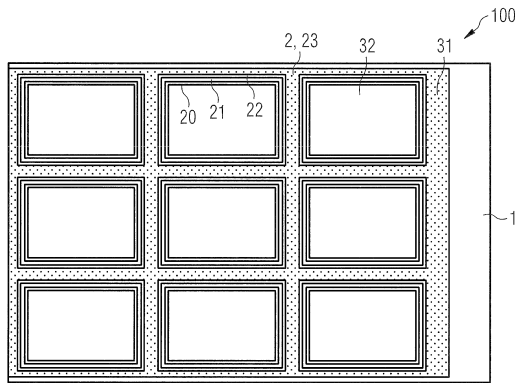
【図 1 K】



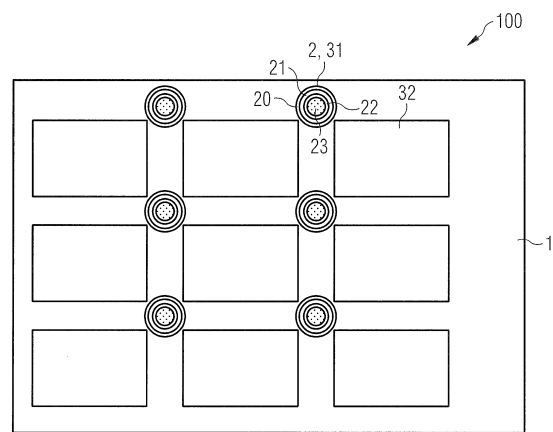
【図 1 I】



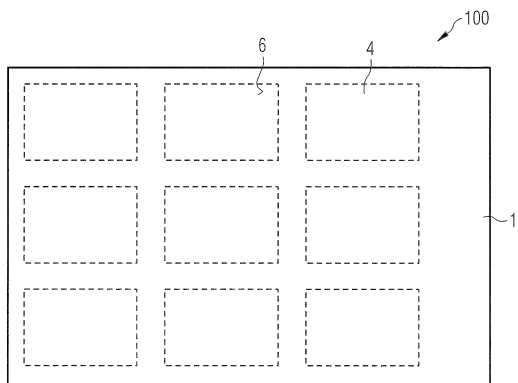
【図 1 L】



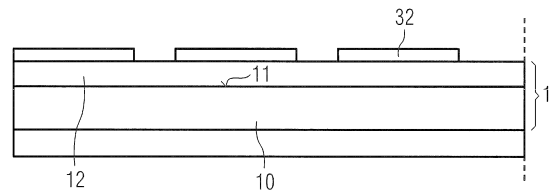
【図 1 N】



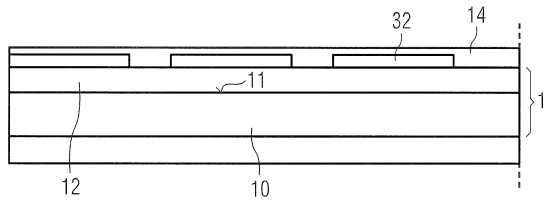
【図 1 M】



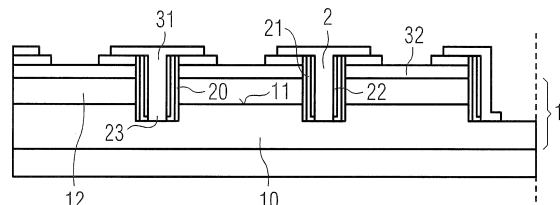
【図 2 A】



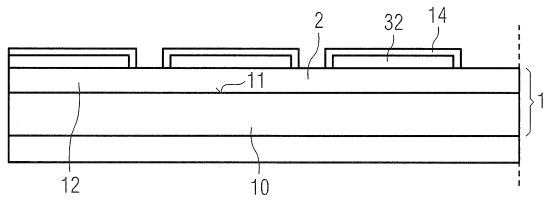
【図 2 B】



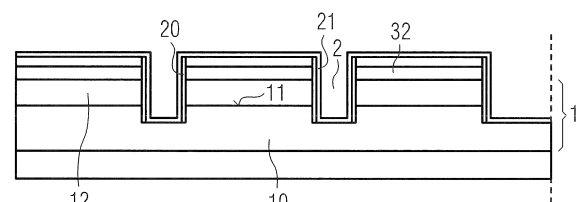
【図 3 B】



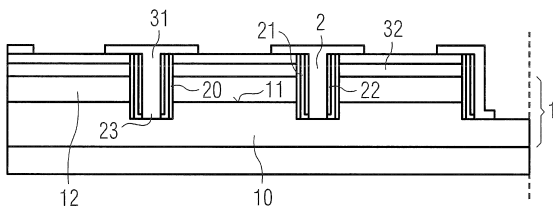
【図 2 C】



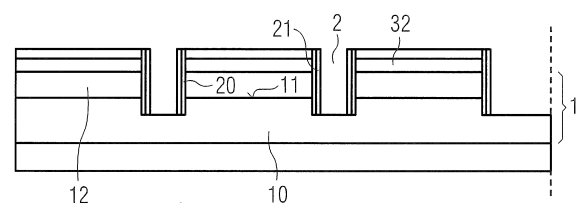
【図 4 A】



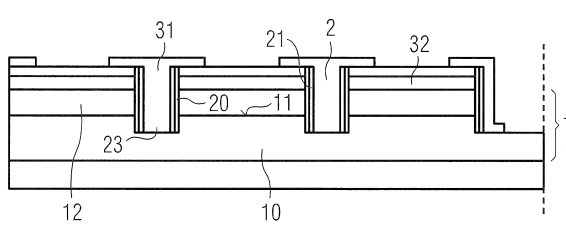
【図 3 A】



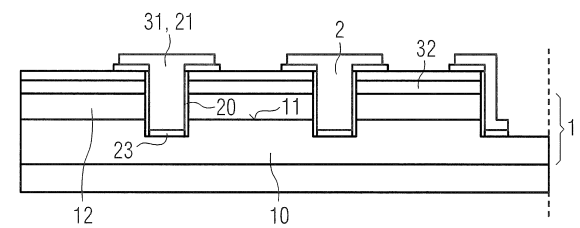
【図 4 B】



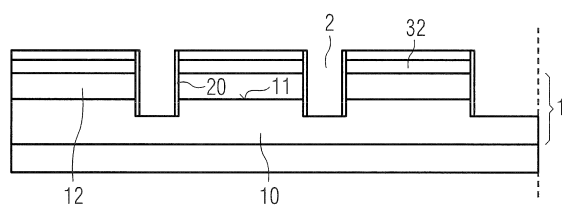
【図 4 C】



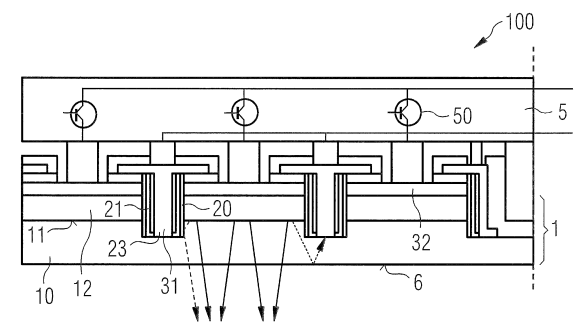
【図 5 C】



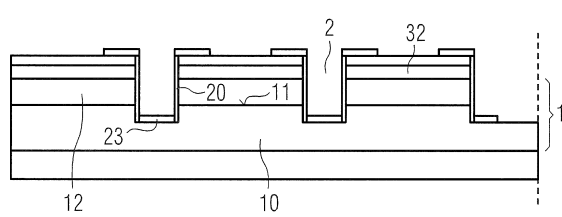
【図 5 A】



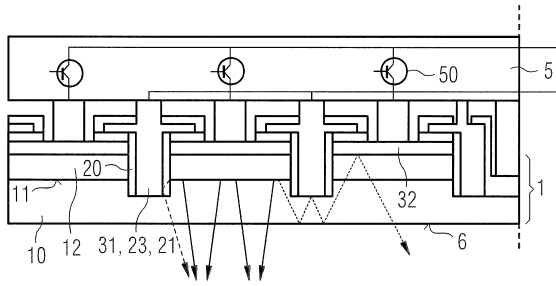
【図 6 A】



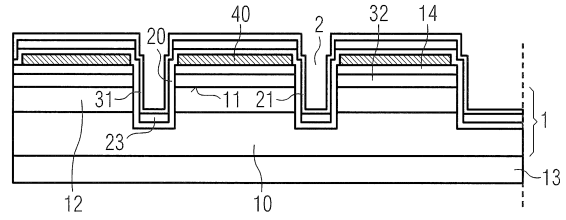
【図 5 B】



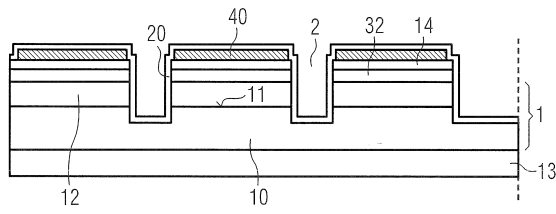
【図 6 B】



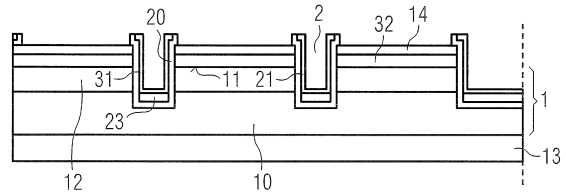
【図 7 C】



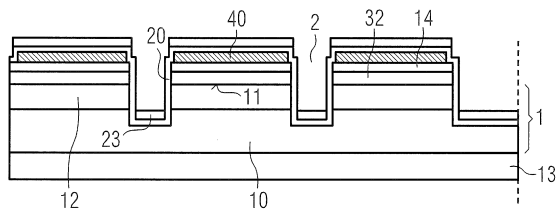
【図 7 A】



【図 7 D】



【図 7 B】



フロントページの続き

- (72)発明者 ショルツ ドミニク
ドイツ国 バート アプバッハ アンナ - マリア - コラー - シュトラーセ 11
- (72)発明者 フォイファー アレクサンダー エフ.
ドイツ国 レーゲンスブルク モースヴェーク 9

審査官 吉野 三寛

- (56)参考文献 特表2015 - 501085 (JP, A)
国際公開第2014 / 033041 (WO, A1)
特開2015 - 177087 (JP, A)
特開2011 - 187958 (JP, A)
特表2013 - 501357 (JP, A)
米国特許出願公開第2012 / 0138969 (US, A1)

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