

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-524407

(P2020-524407A)

(43) 公表日 令和2年8月13日(2020.8.13)

(51) Int.Cl.

H01S 5/22 (2006.01)

F 1

H01S 5/22

テーマコード(参考)

5 F 1 7 3

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2019-570091 (P2019-570091)  
 (86) (22) 出願日 平成30年6月8日 (2018.6.8)  
 (85) 翻訳文提出日 令和1年12月18日 (2019.12.18)  
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2018/065185  
 (87) 國際公開番号 WO2018/234068  
 (87) 國際公開日 平成30年12月27日 (2018.12.27)  
 (31) 優先権主張番号 102017113389.5  
 (32) 優先日 平成29年6月19日 (2017.6.19)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 ドイツ(DE)

(71) 出願人 599133716  
 オスラム オプト セミコンダクターズ  
 ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ  
 ル ハフツング  
 Osram Opto 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 100114890  
 弁理士 アインゼル・フェリックス=ライ  
 ンハルト

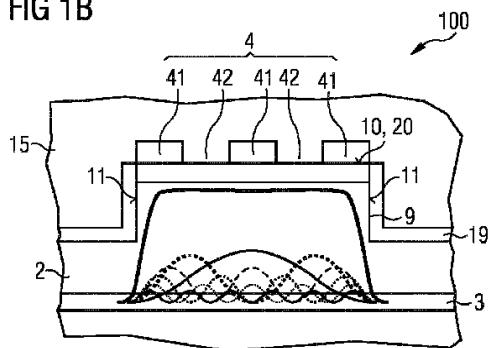
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体レーザーダイオード

## (57) 【要約】

活性層(3)を有する半導体層列(2)を備える半導体レーザーダイオード(100)が提示される。活性層は主要延在面を有しており、かつ動作中に活性領域(5)において光(8)を生成し、光取り出し面(6)を介して放射するように構成されており、活性領域(5)は、光取り出し面(6)に対向する側の背面(7)から光取り出し面(6)へ、長手方向(93)に沿って主要延在面において延在し、半導体層列(2)は表面領域(20)を有しており、表面領域上に直接的に接触して第1のクラッド層(4)が被着されており、第1のクラッド層(4)は、半導体層列(2)とは異なる材料系からの透明材料を有しており、第1のクラッド層(4)は構造化されており、第1の構造を有している。

FIG 1B



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

活性層(3)を有する半導体層列(2)を備える半導体レーザーダイオード(100)であって、

前記活性層は主要延在面を有しており、かつ動作中に活性領域(5)において光(8)を生成し、光取り出し面(6)を介して放射するように構成されており、

前記活性領域(5)は、前記光取り出し面(6)に対向する側の背面(7)から前記光取り出し面(6)へ、長手方向(93)に沿って前記主要延在面において延在し、

前記半導体層列(2)は表面領域(20)を有しており、前記表面領域上に、直接的に接觸して第1のクラッド層(4)が被着されており、

前記第1のクラッド層(4)は、前記半導体層列(2)とは異なる材料系からの透明材料を有しており、

前記第1のクラッド層(4)は構造化されており、第1の構造を有している、半導体レーザーダイオード(100)。

**【請求項 2】**

前記半導体レーザーダイオード(100)の動作中、前記活性領域(5)において生成された前記光(8)は、前記第1のクラッド層(4)に達する、請求項1記載の半導体レーザーダイオード(100)。

**【請求項 3】**

前記第1のクラッド層(4)は、透明導電性酸化物を有している、請求項1または2記載の半導体レーザーダイオード(100)。

**【請求項 4】**

前記第1のクラッド層(4)は、少なくとも2つの異なる透明導電性酸化物を有している、請求項1から3までのいずれか1項記載の半導体レーザーダイオード(100)。

**【請求項 5】**

前記少なくとも2つの異なる透明導電性酸化物は、交互の積層体において前記表面領域(20)上に被着されている、請求項4記載の半導体レーザーダイオード(100)。

**【請求項 6】**

前記表面領域(20)は、少なくとも1つの第1の表面部分領域(241)と、前記第1の表面部分領域に直接的に接する、少なくとも1つの第2の表面部分領域(242)を有しており、

前記第1のクラッド層(4)は前記第2の表面部分領域(242)において、開口部または間隙によって形成された空隙を有しており、

前記空隙内に金属材料が被着されており、

前記金属材料は、前記空隙において、前記半導体層列(2)の前記表面領域(20)まで達しており、前記半導体層列(2)と直接的に接觸している、請求項1から5までのいずれか1項記載の半導体レーザーダイオード(100)。

**【請求項 7】**

前記第1のクラッド層(4)の少なくとも1つの領域(41, 42)上に金属材料が被着されている、請求項1から6までのいずれか1項記載の半導体レーザーダイオード(100)。

**【請求項 8】**

前記金属材料は、金属コンタクト層(14)および/またはボンディング層(15)によって形成されている、請求項6または7記載の半導体レーザーダイオード(100)。

**【請求項 9】**

前記金属コンタクト層(14)は構造化されており、第2の構造を有しており、前記第1および第2の構造は相違している、請求項6から8までのいずれか1項記載の半導体レーザーダイオード(100)。

**【請求項 10】**

前記半導体層列(2)は、III-V族化合物半導体材料をベースにしている、請求項

10

20

30

40

50

1から9までのいずれか1項記載の半導体レーザーダイオード(100)。

【請求項11】

前記表面領域(20)は、少なくとも1つの第1の表面部分領域(241)と、前記第1の表面部分領域に直接的に接している少なくとも1つの第2の表面部分領域(242)を有しており、

前記第1のクラッド層(4)は、

前記第1の表面部分領域(241)において第1の厚さを有しており、前記第2の表面部分領域(242)において第2の厚さを有しており、前記第1の厚さは前記第2の厚さを上回り、

かつ/または

前記第1の表面部分領域(241)において第1の材料を有しており、前記第2の表面部分領域(242)において第2の材料を有しており、前記第1の材料と前記第2の材料は相違している、請求項1から10までのいずれか1項記載の半導体レーザーダイオード(100)。

【請求項12】

前記第1のクラッド層(4)は前記第2の表面部分領域(242)において、開口部または間隙によって形成された空隙を有している、請求項11記載の半導体レーザーダイオード(100)。

【請求項13】

前記第1のクラッド層(4)は複数の第1の領域(41)を有しており、前記複数の第1の領域の間に、空隙として形成された第2の領域(42)が存在している、請求項1から12までのいずれか1項記載の半導体レーザーダイオード(100)。

【請求項14】

前記第1のクラッド層(4)は、長手方向または横方向に延在するストリップとして形成されている複数の領域(41, 42)を有している、請求項1から13までのいずれか1項記載の半導体レーザーダイオード(100)。

【請求項15】

前記第1のクラッド層(4)は、アイランド状に形成されている複数の領域(41, 42)を有している、請求項1から14までのいずれか1項記載の半導体レーザーダイオード(100)。

【請求項16】

前記半導体層列(2)は、ウェブ上面(10)および前記ウェブ上面に接しているウェブ側面(11)を備えたウェブ導波路構造(9)を有しており、前記表面領域(20)は前記ウェブ上面(10)によって形成されている、請求項1から15までのいずれか1項記載の半導体レーザーダイオード(100)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

半導体レーザーダイオードが提示される。

【0002】

本特許出願は、ドイツ特許出願10 2017 113 389.5の優先権を主張し、その開示内容は参照により本明細書に組み込まれる。

【0003】

端面放射型レーザーダイオードにおいて、光生成層は、クラッド層の間に配置されている。クラッド層は、自身の屈折率によって、積層方向において導波を生じさせ、これによってレーザーモードの形成に寄与する。それによってモードガイドに対して付加的に、良好な電気抵抗が得られるので、クラッド層は通常、ダイオードのドープされた半導体材料から成る。しかし、窒化物化合物半導体材料ベースのレーザーダイオードのクラッド層に使用される、AlGaN等の材料は、高濃度のp型ドーピングを伴って製造するのは困難であり、したがって良好な導電性を伴って製造するのは困難を必ず伴うので、常に、導電

10

20

30

40

50

性と光吸収の妥協点が見つけられなければならない。

【0004】

さらに、高出力レーザーダイオードは通常、複数の長手方向およびラテラル方向のレーザーモードを導くので、取り出しファセットでの光強度は、レーザー内のすべての発振レーザーモードの総計によって生じる。しかし、これによって、特にラテラル方向の強度分布が不均一になる可能性がある。これは結果として、強度の過度の上昇ひいてはそのような場所でのファセットの過負荷を生じさせる可能性がある。これによって、ファセットの損傷およびレーザーの破壊が生じる可能性がある。このような問題を回避するために、絶縁層を有する、半導体材料の電気的な接続のために設けられた接触材料の部分を、半導体材料から絶縁し、これを特定の領域においてのみ開放することが従来技術において既知である。このようにして、開放された場所でのみ電流が半導体材料に印加され、この電流は半導体材料の横方向の導電性を介してのみ分配可能である。その結果、開放部から遠く離れた領域には、開放部のすぐ下の領域よりも少ない電流しか流れない。これによってモードのダイナミクスが制御できるが、このような措置の設計の自由度と、同時に、得られる効果の大きさも格段に制限されてしまう。

10

【0005】

特定の実施形態の少なくとも1つの課題は、半導体レーザーダイオードを提供することである。

【0006】

上述の課題は、独立請求項に記載されている構成要件によって解決される。構成要件の有利な実施形態および発展形態は、従属請求項において示され、さらに以降の説明および図面から明らかになる。

20

【0007】

少なくとも1つの実施形態では、半導体レーザーダイオードは、レーザーダイオードの動作中に活性領域において光を生成するために設けられ、構成されている少なくとも1つの活性層を有している。活性層は特に、複数の半導体層を有する半導体層列の一部であり、半導体層列の層の配列方向に垂直な主要延在面を有していてもよい。半導体レーザーダイオードの動作中に活性層、特に活性領域において生成された光は、光取り出し面を介して放射可能である。

30

【0008】

例えば、活性層は厳密に1つの活性領域を有し得る。活性領域は少なくとも部分的に、導電層と半導体層列との接触面によって、すなわち少なくとも部分的に、それを介して半導体層列、ひいては活性層への電流印加が行われる面によって画定され得る。さらに、活性領域は付加的に少なくとも部分的に、ウェブ導波路構造によって、すなわち、半導体層列の半導体材料における細長い、高くなつた部分の形態で形成されたウェブによって画定されてもよい。

【0009】

別の実施形態では、半導体レーザーダイオードの製造方法において、活性層が製造され、これは、半導体レーザーダイオードの動作中に光、特に赤外から紫外スペクトルまでの光を生成するように構成され、設けられている。特に、半導体層列は、活性層を伴って製造可能である。上述および後述の実施例および特徴は、半導体レーザーダイオードにも、半導体レーザーダイオードの製造方法にも同様に当てはまる。

40

【0010】

別の実施形態では、半導体レーザーダイオードは、光取り出し面に対して付加的に、光取り出し面に対向する側の背面を有している。いわゆるファセットとも称される光取り出し面および背面は、特に半導体レーザーダイオードの側面、特に少なくとも部分的に半導体層列の側面であってもよい。光取り出し面と背面上に、適切な光学的なコーティング、特に反射性または部分反射性の層または層列が被着されていてもよく、これらは活性層において生成された光に対する光学的な共振器を形成することができる。活性領域は、ここでおよび以降において長手方向と称される方向に沿った背面と光取り出し面の間に延在し

50

ていてもよい。長手方向は、特に、活性層の主要延在面に対して平行であってもよい。層の上下の配列方向、すなわち活性層の主要延在面に対して垂直な方向は、ここでおよび以降において鉛直方向と称される。長手方向に対して垂直な方向および鉛直方向に対して垂直な方向はここでおよび以降において横方向またはラテラル方向と称される。したがって、長手方向および横方向 / ラテラル方向は、活性層の主要延在面に対して平行な面にまたがっていてもよい。

#### 【0011】

半導体層列は、特にエピタキシャル層列として、すなわちエピタキシャル成長した半導体層列として構成されていてもよい。さらに、活性層を含む複数の半導体層を相次いで成長させることができ、ここで半導体層はそれぞれ化合物半導体材料系をベースにしている。  
10

#### 【0012】

例えば、半導体層列は InAlGaN をベースにして構成されていてもよい。InAlGaN ベースの半導体層列は、特に、エピタキシャルに製造された半導体層列が通常、少なくとも 1 つの個々の層を含んでいる、異なる個々の層から成る層列を有するものを含み、これは、III-V 族化合物半導体材料系  $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N$  からの材料を有しており、ここで  $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$  および  $x + y = 1$  である。特に、活性層はこのような材料をベースにしてもよい。InAlGaN をベースにした少なくとも 1 つの活性層を有する半導体層列は、例えば、有利には、紫外から緑色またはさらには黄色の波長範囲の電磁ビームを放出することができる。  
20

#### 【0013】

択一的または付加的に、半導体層列は InAlGaP をベースにしていてもよい。すなわち、半導体層列は異なる個別層を有することができ、そのうちの少なくとも 1 つの個別層、例えば活性層は、III-V 族化合物半導体材料系  $In_x Al_y Ga_{1-x-y} P$  からの材料を有しており、ここで  $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$  および  $x + y = 1$  である。InAlGaP をベースにした少なくとも 1 つの活性層を有する半導体層列は、例えば、有利には、緑色から赤色の波長範囲の 1 つまたは複数のスペクトル成分を有する電磁ビームを放出することができる。

#### 【0014】

択一的または付加的に、半導体層列は、別の III-V 族化合物半導体材料系、例えば InAlGaAs ベースの材料、または II-VI 族化合物半導体材料系も有しててもよい。特に、InAlGaAs ベースの材料を有する発光半導体チップの活性層は、赤色から赤外の波長範囲の 1 つまたは複数のスペクトル成分を有する電磁ビームを放出するに適していてもよい。  
30

#### 【0015】

II-VI 族化合物半導体材料は、Be、Mg、Ca、Sr 等の第 2 族元素からの少なくとも 1 つの元素、および O、S、Se 等の第 6 族元素からの元素を有しててもよい。例えば、II-VI 族化合物半導体材料には、ZnO、ZnMgO、CdS、ZnCdS、MgBeO が含まれる。

#### 【0016】

活性層、特に活性層を備える半導体層列は、基板上に被着されていてもよい。基板は半導体材料、例えば上述した化合物半導体材料系または別の材料を含んでいてもよい。特に、基板はサファイア、GaAs、GaP、GaN、InP、SiC、Si、Ge および / または例えば SiN または AlN 等のセラミック材料を含んでいてもよい、またはそのような材料から成っていてもよい。例えば、基板は、その上で半導体層列が成長する成長基板として形成されていてもよい。活性層、特に活性層を備える半導体層列は、エピタキシャル方法によって、例えば有機金属気相成長 (MOVPE) または分子線エピタキシー (MBE) を用いて成長基板上に成長し、さらに電気的なコンタクトが設けられる。さらに、成長プロセス後に成長基板を除去することも可能である。このような場合には、半導体層列を、例えば成長後に、担体基板として形成されている基板上に移すことができる。  
40  
50

## 【0017】

活性層は、例えば、光生成のために従来の p-n 接合部、二重ヘテロ構造、単一量子井戸構造 (SQW 構造) または多重量子井戸構造 (MQW 構造) を有していてもよい。半導体層列は、活性層に加えて、別の機能層および機能領域を含んでいてもよく、これは例えば、p ドープまたは n ドープされた電荷キャリア輸送層、すなわち電子または正孔輸送層、高濃度に p または n ドープされた半導体コンタクト層、ドープされていないまたは p ドープまたは n ドープされた閉じ込め層、クラッド層または導波路層、バリア層、平坦化層、バッファ層、保護層および / または電極ならびにそれらの組み合わせである。さらに、付加的な層、例えばバッファ層、バリア層および / または保護層を、半導体層列の成長方向に対して垂直に、例えば半導体層列の周り、すなわち例えば半導体層列の側面に配置することもできる。

10

## 【0018】

さらに、半導体レーザーダイオードは、第 1 のクラッド層が直接的に被着されている表面領域を有している。半導体レーザーダイオードの表面領域は、特に半導体層列の表面領域である。換言すれば、半導体層列は、半導体層列が片側で、特に鉛直方向において終わる表面を有している。このような表面の少なくとも一部は、その上に第 1 のクラッド層が直接的に接触して被着されている表面領域を形成する。したがって、第 1 のクラッド面は、半導体層列の表面領域と直接的に接触して配置され、別の中間材料無く、直接的に、半導体層列の半導体材料に接している。

20

## 【0019】

別の実施形態では、半導体層列は、ウェブ導波路構造を有している。ウェブ導波路構造は、例えば、半導体層列の、基板とは反対側の面に形成されていてもよい。ウェブ導波路構造は、ウェブ上面およびそれに接するウェブ側面を有していてもよく、特に、半導体層列の、基板とは反対側の面から半導体材料の一部を除去することによって生成され得る。ウェブ導波路構造は長手方向に延在し、ラテラル方向においては、両側がウェブ側面によって制限され、鉛直方向においては、活性層とは反対側の面で、ウェブ上面によって制限されている。ウェブ側面ならびにウェブ導波路構造が接している、半導体層列の残りの上面は、例えば不動態化材料によって覆われていてもよい。半導体材料から不動態化材料への移行によるウェブ導波路構造のウェブ側面での屈折率変化によって、活性層において生成される光のいわゆる屈折率ガイド (Index guiding) が生じ、これは活性領域の形成を促進し得る。第 1 のクラッド層が直接的に接触する半導体層列の表面領域は、部分的な、または特に有利には全体的なウェブ上面によって形成されてもよい。これに対して折一的に、半導体レーザーダイオードが、ウェブ導波路構造を有していない、いわゆるワイドストリップレーザーダイオードとして形成されていてもよい。このような場合には、第 1 のクラッド層が直接的に接触する表面領域は、特に、半導体層列の、基板に対向する側の上面の一部によって形成され得る。上面の残りの部分は不動態化材料によって覆われていてもよい。

30

## 【0020】

別の実施形態では、その上に第 1 のクラッド層が被着されている表面領域は、半導体層列の半導体コンタクト層によって形成されている。半導体コンタクト層は、高濃度ドープされた半導体層によって形成されていてもよく、これは、接している導電性材料に対して僅かな電気的な接触抵抗を形成する。p 側に第 1 のクラッド層が配置されている場合、半導体コンタクト層は、特に、p<sup>+</sup> ドープ半導体層であってもよい。

40

## 【0021】

別の実施形態では、第 1 のクラッド層は、半導体層列とは異なる材料系からの透明材料を有している。これは特に、第 1 のクラッド層が、そこから半導体層列の半導体層が形成される化合物半導体材料系からのいかなる材料も有していないことを意味し得る。さらに、第 1 のクラッド層は、半導体層列を製造するために使用されるエピタキシャル方法とは異なる製造方法によって表面領域上に被着されてもよい。例えば、第 1 のクラッド層を製造するための製造方法は、非エピタキシャル方法であり得る。第 1 のクラッド層は、例

50

えば、蒸着、スパッタリングまたは化学気相成長を用いて製造可能である。

#### 【0022】

「透明」とはここでおよび以降において、例えば、赤外光、可視光、および／または紫外光の範囲にある1つまたは複数のスペクトル成分を含む電磁ビームに対して少なくとも透過性である、一連の層でもあり得る層である。本明細書に記載されている半導体レーザーダイオードに関連して、特に半導体レーザーダイオードの動作中に生成されるこのような光に対して、透明層は完全にまたは少なくとも部分的に透過性であり得る。第1のクラッド層が透明な材料を有しているということは、活性領域において、半導体レーザーダイオードの動作中に生成される光が、第1のクラッド層に達するという結果を有する。特に有利には、活性領域において生成される光は、形成されているレーザーモードプロファイルによって、鉛直方向において、最大の強度プロファイルを有し、ここで半導体層列と第1のクラッド層との間の境界面での強度は1%以上、または5%以上、または10%以上の値まで低下し得る。

10

#### 【0023】

第1のクラッド層に対して付加的に、半導体レーザーダイオードは、活性層の、第1のクラッド層に対向して位置する面に第2のクラッド層を有していてもよい。第2のクラッド層は、特に、半導体層列の一部、すなわち1つまたは複数の半導体層によって形成されてもよい。結果的に異なる材料系からの材料を含む第1のクラッド層および第2のクラッド層は、それぞれ活性層の屈折率よりも低い屈折率を有している。これによって、鉛直方向において、活性層において動作中に生成される光の導波を実現することができる。ここで第1のクラッド層の屈折率と第2のクラッド層の屈折率は同じであっても、異なっていてもよい。付加的に、活性層は、半導体層によって形成され得る第1の導波路層と第2の導波路層の間に配置されていてもよい。このような場合、導波路層は、活性層とともに第1のクラッド層と第2のクラッド層の間に配置されており、ここで第1の導波路層は、活性層の、第1のクラッド層の方を向いている面に配置されており、第2の導波路層は、活性層の、第1のクラッド層とは反対側の面に配置されている。各導波路層の屈折率は、有利には、活性層の屈折率よりも低く、かつ各面に配置されているクラッド層の屈折率より高くてよい。鉛直方向における、このような段階的な屈折率プロファイルによって導波を改善することができる。さらに、活性層と第1のクラッド層の間に、少なくとも部分的にクラッド層として機能するが、単独では、第1のクラッド層なしで十分な導波を保証するのに十分な厚さではないクラッド部分層の形態の半導体層が設けられていてもよい。

20

#### 【0024】

別の実施形態では、第1のクラッド層は酸化物を有している。特に、第1のクラッド層は、透明導電性酸化物を有していてもよい。透明導電性酸化物（「transparent conductive oxide」、TCO）は、透明な導電性材料であり、通常、酸化亜鉛、酸化スズ、酸化アルミニウムスズ、酸化カドミウム、酸化チタン、酸化インジウムおよび酸化インジウムスズ（ITO）等の金属酸化物である。例えば $ZnO$ 、 $SnO_2$ または $In_2O_3$ 等の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 $In_4Sn_3O_{12}$ または異なる透明導電性酸化物の混合物等の三元金属酸素化合物もTCOのグループに含まれる。さらに、TCOは、必ずしも化学量論的組成に相応するのではなく、pドープまたはnドープされていてもよい。さらに第1のクラッド層は、少なくとも2つの異なるTCOを有し得る。例えば、異なるTCOが、交互の積層体において表面領域上に被着されていてもよい。さらに第1のクラッド層は、異なるTCOが配置されている、ラテラル方向におよび／または長手方向に相互に接する領域を有することができる。

30

#### 【0025】

別の実施形態では、第1のクラッド層は構造化されており、第1の構造を有している。これは、通常、半導体層によって形成されるクラッド層の場合のように、第1のクラッド層が均一で連続的な層として形成されてないことを意味する。むしろ、第1のクラッド層は、厚さおよび／または材料の点で相違する、互いにラテラル方向および／または長手方

40

50

向に接する領域を有している。第1のクラッド層の厚さは、1つまたは複数の領域において、値0を有していてもよい。換言すれば、第1のクラッド層は、第1のクラッド層の材料を含まない少なくとも1つの空隙を備えた第1の構造を有することができる。ここでおよび以降において説明する構造の特徴は、個別にまたは複数で存在していてもよい。

#### 【0026】

例えば、表面領域は、少なくとも1つの第1の表面部分領域および第1の表面部分領域に直接的に接する少なくとも1つの第2の表面部分領域を有していてもよく、第1のクラッド層は、第1の表面部分領域において第1の厚さを有しており、第2の表面部分領域において第2の厚さを有していてもよく、ここで第1の厚さは第2の厚さを上回る。したがって、第1のクラッド層は、相互に凹部および／または高い領域を有することができ、ここで第1のクラッド層の領域の厚さ、高さおよび深さ等のパラメータは、特に記載がない限り鉛直方向で測定されると理解される。択一的または付加的に、第1のクラッド層は、第1の表面部分領域において第1の材料を有していてもよく、第2の表面部分領域において付加的または択一的に第2の材料を有していてもよく、ここで両方とも特にT C Oであってもよい第1の材料と第2の材料は相違している。ここで、第1のクラッド層は、半導体層列の表面領域の第1の表面部分領域上に第1の材料だけを有していてもよく、また第1のクラッド層は、第1の表面部分領域に接している第2の表面部分領域上に、第1の材料とは異なる第2の材料だけを有していてもよい。さらに、第1のクラッド層は、第1の表面部分領域上に第1の材料だけを有していてもよく、また第1のクラッド層は、第1の表面部分領域に接している第2の表面部分領域上に、第1の材料における少なくとも1つの凹部領域を有していてもよく、ここには第2の材料が配置されている。

10

20

30

40

#### 【0027】

さらに、第1のクラッド層は、例えば、第2の表面部分領域内に配置され、開口部または間隙によって形成された少なくとも1つの空隙を有することができる。開口部は特に、鉛直方向に対して垂直な面において完全に、第1のクラッド層の材料によって包囲されている孔によって、第1のクラッド層の材料内に形成されていてもよく、これは鉛直方向において完全に第1のクラッド層を貫通する。間隙は、例えば、第1のクラッド層の材料によって形成された2つまたは2つより多くの領域を長手方向および／またはラテラル方向において完全に相互に分離するトレンチによって形成されてもよい。これに相応して、第1のクラッド層は、その間に空隙が存在する複数の領域を有し得る。第1のクラッド層の材料によって形成され、1つまたは複数の間隙によって互いに分離されている領域は、例えば、長手方向および／または横方向に延在するストリップとして、かつ／またはアイランド状に形成されていてもよい。

#### 【0028】

別の実施形態では、第1のクラッド層の少なくとも1つの領域上に金属材料が被着されている。金属材料は、特に、半導体層列の表面を、その上に第1のクラッド層が被着されている表面領域と電気的に接続するために設けられ、構成されていてもよい。これに相応して、電気的な接続を、第1のクラッド層を用いて金属材料を介して行うことができる。さらに、クラッド層は、金属材料が被着されている少なくとも1つの空隙を有することができる。この場合、金属材料は、特に有利には、半導体層列の表面領域まで達し、半導体層列と直接的に接触していてもよい。これに相応に、表面領域の電気的な接続は、第1のクラッド層の空隙において直接的に行われてもよい。この場合、金属材料は、第1のクラッド層の材料と比較して、半導体層列の表面領域に対する異なる接触抵抗および／または異なる導電性を有しており、そのため、第1のクラッド層および金属材料の材料および構造の選択によって、半導体層列の表面領域への電流印加を所望のように調整することができる。さらに、金属材料は、動作中に半導体層列において生成される光に対する吸収を有し得る。

#### 【0029】

別の実施形態では、金属材料はボンディング層を有するか、またはボンディング層によって形成される。ボンディング層は、第1のクラッド層上に被着されていてもよく、半導

50

体レーザーダイオードの外部の電気的な接続のために設けられていてもよい。例えば、ボンディング層は、ヒートシンクまたは他の担体上の半導体レーザーダイオードのはんだ付けを可能にすることができる。これに対して逐一的に、ボンディング層は、ボンディングワイヤを介して接触するように、かつ電気的に接続されるように設けられ、構成されていてもよい。ボンディング層は、特に、第1のクラッド層の少なくとも部分領域、または全体に直接的に接触することができる。

#### 【0030】

別の実施形態では、金属材料は、ボンディング層に対して付加的に、第1のクラッド層上に被着され得る金属コンタクト層を有している。金属コンタクト層は、特に、半導体層列とボンディング層との間に配置されていてもよい。さらに、金属コンタクト層は構造化されていてもよく、第2の構造を有することができる。第2の構造は、第1のクラッド層の第1の構造と同じまたは類似であってもよい。さらに、金属コンタクト層は、第1のコンタクト層の材料と合同に被着されていてもよい。さらに、第1の構造と第2の構造が相違していてもよい。

10

#### 【0031】

本明細書で説明する半導体レーザーダイオードでは、活性領域でのモード動作は、第1のクラッド層の記載したラテラル方向およびノまたは長手方向の構造化によって所期のように制御可能である。その上に被着されている金属材料と組み合わせて、この作用をさらに良く調整することができ、これによってモード動作をラテラル方向および長手方向で所期のように、かつ極めて広い範囲で正確に制御することができる。ここでは、ウェブ導波路構造の有無にかかわらず、半導体レーザーダイオードにおいて、個々のレーザーモードが所期のように選択され、増幅または抑制されるように制御可能である。誘電体層で半導体上面を部分的に覆う等の従来の措置の代わりに、これは、本明細書において記載される半導体レーザーダイオードにおいては、異なる吸収および導電性で領域を所期のように調整することによって可能である。これによって、得られる作用はより大きくなり、さらにより正確に制御可能になる。さらに、直接的な構造化に基づく吸収の制御性の向上によって、設計の自由度が高まり、かつプロセスの安定性が高まる。

20

#### 【0032】

別の利点、有利な実施形態および発展形態は、以降で、図で説明されている実施例と併せて明らかになる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0033】

【図1】図1Aから図1Eは、ある実施例に即した半導体レーザーダイオードの概略図である。

40

【図2】図2Aおよび図2Bは、別の実施例に即した半導体レーザーダイオードの概略図である。

【図3】図3Aから図3Hは、別の実施例に即した半導体レーザーダイオードの概略図である。

【図4】図4Aから図4Cは、別の実施例に即した半導体レーザーダイオードの概略図である。

【図5】図5Aおよび図5Bは、別の実施例に即した半導体レーザーダイオードの概略図である。

【図6】図6Aおよび図6Bは、別の実施例に即した半導体レーザーダイオードの概略図である。

【図7】図7Aから図7Dは、別の実施例に即した半導体レーザーダイオードの概略図である。

【図8】図8Aから図8Hは、別の実施例に即した半導体レーザーダイオードの概略図である。

【図9】図9Aから図9Eは、別の実施例に即した半導体レーザーダイオードの概略図である。

50

## 【0034】

実施例および図面において、同じ、同様、または同じ作用を有する要素には、それぞれ同じ参照番号が付けられている。図示された要素とそれらの比率は縮尺どおりと見なされるべきではなく、むしろより良く示すためおよび／またはより良い理解のために、層、構成部分、構成要素および領域等の個々の要素は誇張されて大きく示されている場合がある。

## 【0035】

図1Aから1Eには、半導体レーザーダイオード100の実施例が示されている。図1Aは、ラテラル方向91および鉛直方向92に対して平行な断面を有する断面図を示しており、図1Cは、鉛直方向92および長手方向93に平行な断面を有する断面図を示している。図1Bおよび図1Dは、それぞれ図1Aの一部を示しており、図1Eは、半導体レーザーダイオード100のウェブ上面10の平面図を示しており、ここではその上に被着されているボンディング層15は示されていない。以下の説明は、同様に図1Aから図1Eに関している。

10

## 【0036】

半導体レーザーダイオード100は基板1を有しており、基板は、例えば、その上に半導体層列2がエピタキシャル成長する成長基板である。これに対して逐一的に、基板1は、成長基板上に成長した半導体層列2が成長後にその上に移される担体基板であってもよい。例えば、基板1は、GaNを有しているか、またはGaNから成り、その上に、InAlGaN化合物半導体材料をベースにした半導体層列2が成長する。これは、以降において説明する、半導体層列2の半導体層がそれぞれ、InAlGaN化合物半導体材料系からの半導体材料を有していることを意味する。さらに、特に、一般的な部分において説明したような他の材料も、基板1および半導体層列2に対して可能である。さらに、半導体レーザーダイオード100に基板がないことも可能である。このような場合には、半導体層列2は成長基板上で成長し、成長基板はその後除去される。さらに、半導体層列2は、成長基板の分離後に補助基板上に再結合されてもよい。有利にはこれはp-down技術で、有利には高熱伝導性基板上で行われ得る。可能な基板材料は、特に、炭化ケイ素、窒化アルミニウム、ケイ素、ゲルマニウム、サファイア、ダイヤモンド、ダイヤモンド様炭素(DLC: diamond-like carbon)および銅の複合材料であり得る。

20

## 【0037】

半導体層列2は、半導体層列2の一部であり、動作中に光8を、特にレーザー閾値を超えたときにレーザー光を生成し、光取り出し面6を介して放射するのに適している活性層3を有している。図1Aおよび1Cに示されているように、ここでおよび以降において、断面が光取り出し面6に平行な断面図において半導体層列2の層の主要延在方向に対して平行に延びる方向は、横方向またはラテラル方向91と称される。半導体層列2の層の上下の配列方向ならびに基板1上の半導体層列2の層の配列方向は、ここでおよび以降において、鉛直方向92と称される。それに沿って光8が放射される方向に相応する、ラテラル方向91および鉛直方向92に対して垂直に形成されている方向は、ここでおよび以降において長手方向93と称される。

30

## 【0038】

半導体層列2の、基板1とは反対側の面で、第1のクラッド層4が表面領域20上に被着されている。さらに、半導体層列2に電気的に接触するため、特に半導体層列2の、基板1とは反対側の面から電流を印加するために設けられているボンディング層15の形態で金属材料が被着されている。ボンディング層15は、例えばAu、Pt、Ti、Cr、Alから選択され得る合金または積層体の形態の1つまたは複数の材料を有し得る。例えば、ボンディング層15は、Ti/Pt/Au積層体によって形成されてもよい。半導体レーザーダイオード100は、半導体層列2の別の面の電気的な接觸のために、別の電極層を有していてもよく、これは見やすくするために示されていない。

40

## 【0039】

50

半導体層列 2 は、活性層 3 に対して付加的に、別の半導体層を有していてもよい。単なる例として、高濃度ドープ半導体コンタクト層 21、およびその下の、その間に活性層が配置される第 1 および第 2 の導波路層 22、23 ならびに活性層 3 の、第 1 のクラッド層 4 とは反対側の面上の第 2 のクラッド層 24 が示されている。半導体コンタクト層 21 は、特にボンディング層 15 に対して良好な電気的な接触を形成するのに役立つ。さらに、択一的または付加的に、クラッド層、導波路層、バリア層、電流拡散層および／または電流制限層等の別の半導体層が存在していてもよく、これらはそれぞれ図の簡略化のために図示されていない。例えば、第 1 の導波路層 22 の上、すなわち半導体コンタクト層 21 と第 1 の導波路層 22 との間に、クラッド部分層、すなわち屈折率に関してクラッド層として形成されているが、単独でクラッド層として、活性層 3 上の半導体層列 2 の領域において作用するには薄すぎる半導体層を配置することができる。このような場合には、クラッド部分層と第 1 のクラッド層 4 は、活性層 3 上の半導体層列 2 の領域において、ともにクラッド層として作用する。さらに、半導体層列 2 が半導体コンタクト層 21 を有していないこともあり得る。したがって第 1 の導波路層 22 または場合によってはクラッド部分層は、直接的に第 1 のクラッド層 4 に接する。

10

## 【0040】

半導体層列 2 の、基板 1 とは反対側の上面は、第 1 のクラッド層 4 が半導体層列 2 と接触する表面領域 20 を除いて、不動態化材料 19 によって覆われている。不動態化材料は例えば、電気絶縁性酸化物、窒化物または酸窒化物、例えば二酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化ロジウム、酸化ニオブおよび／または二酸化チタンを有する、またはこれらであり得る。さらに、Al、Ce、Ga、Hf、In、Mg、Nb、Rh、Sb、Si、Sn、Ta、Ti、Zn およびZr から選択される 1 つまたは複数の材料を有する他の酸化物、窒化物および酸窒化物も可能である。

20

## 【0041】

さらに、半導体層列 2 と基板 1 の側面を形成する光取り出し面 6 およびこれに対向する側の背面 7 上に反射層または部分反射層または層列を被着することができ、これらは同様に見やすくするために示されておらず、長手方向 93 において延在する、半導体層列 2 内の光学的な共振器を形成するために設けられ、構成されている。

## 【0042】

半導体層列 2 の、基板 1 とは反対側の上面において、図示の実施例では、ウェブ導波路構造 9 が、半導体層列 2 の、基板 1 とは反対側の面から半導体材料の一部を除去することによって形成されている。ウェブ導波路構造 9 は、長手方向 93 において延在し、基板 1 とは反対側の面でウェブ上面 10 を有しており、これは、表面領域 20 を形成し、この上面に直接的に接触して第 1 のクラッド層 4 が被着されている。さらにウェブ導波路構造 9 は、ラテラル方向 91 において、両側を、ウェブ側面 11 によって制限されている。ウェブ側面 11 は、それらの隣に配置された上側領域と同様に不動態化材料 19 によって覆われている。半導体材料から不動態化材料 19 への移行によるウェブ側面 11 での屈折率変化によって、活性層 3 において生成された光のいわゆる屈折率ガイドが生起され、これは電流印加とともに活性領域 5 の形成に寄与することができる。活性領域は、生成された光がガイドされ、レーザー動作において增幅される、半導体層列 2 における領域を示している。図 1A に示されているように、ウェブ導波路構造 9 は、半導体材料を完全に除去することによって、ラテラル方向において両側でウェブの隣に形成される。これに対して択一的に、いわゆる「三脚」が形成されてもよく、ここではラテラル方向においてウェブの隣で、2つの溝に沿ってのみ半導体材料が除去されている。ここではこれらの溝は特に光取り出し面 6 から背面 7 まで延在する。

30

## 【0043】

さらに、「埋め込み型ヘテロ構造」という用語で知られている構造も可能である。

## 【0044】

半導体レーザーダイオード 100 の上面に、外部の電気的な接続のために設けられたボンディング層 15 は、図示の実施例では、大面積に被着されている。例えば、ボンディン

40

50

グ層 15 は、半導体レーザーダイオード 100 が、ヒートシンクまたは別の外部の担体上にはんだ付け可能であるように設けられ、構成されていてもよい。それにもかかわらず、不動態化材料 19 によって、ボンディング層 15 によって、このためだけに設けられた表面領域 20 だけが電気的に接触されることが可能である。半導体層列 2 の、第 1 のクラッド層 4 の方を向いている面は、特に p ドープされていてもよく、したがって、半導体レーザーダイオード 100 のいわゆる p - d o w n 実装が、ボンディング層 15 を用いたこのようなはんだ付けによって実現され得る。

#### 【 0 0 4 5 】

第 1 のクラッド層 4 は、直接的に接触して、表面領域 20 上に被着されており、第 1 の構造の形態で構造化されている。さらに、第 1 のクラッド層 4 は、相違している第 1 の領域 41 と第 2 の領域 42 を有している。第 1 の領域 41 は、表面領域 20 の第 1 の表面部分領域 241 に配置されており、第 2 の領域 42 は、表面領域 20 の第 2 の表面部分領域 242 上に配置されている。図 1A および図 1E から見て取れるように、図示の実施例では、第 1 のクラッド層 4 の第 1 の領域 41 は、長手方向に延在するストリップの形態で形成されており、これらはトレンチの形態の空隙として形成された第 2 の領域 42 によって互いに分離されている。これに対して択一的に空隙は例えば、ラテラル方向 91 および長手方向 93 に対して平行な面において、第 1 のクラッド層 4 の材料によって、ひいては第 1 の領域 41 によって完全に囲まれている開口部として形成されていてもよい。

#### 【 0 0 4 6 】

第 1 のクラッド層 4 、特に第 1 の領域 41 は、半導体層列 2 とは異なる材料系からの透明材料を有している。したがって、半導体層列が InAlGaN 材料をベースにしている上記の場合には、第 1 のクラッド層 4 は、InAlGaN 材料系からの材料を含んでいない。特に、第 1 のクラッド層は一般的に、III-V 族化合物半導体材料系および II-VI 族化合物半導体材料系からの材料を含んでいないことがある。効果的なクラッド層として作用するために、第 1 のクラッド層 4 の透明材料は、活性層 3 の屈折率よりも低い屈折率を有している。図示の実施例のように、活性層と第 1 のクラッド層 4 の間にさらに第 1 の導波路層 22 が配置されている場合、第 1 の導波路層 22 は有利には、活性層 3 の屈折率と第 1 のクラッド層 4 の屈折率の間にある屈折率を有している。上述したように、半導体層列 2 は第 1 の導波路層 22 上にさらにクラッド部分層を有することがあり、したがってこのような場合には、導波は部分的にクラッド部分層を通り、部分的に第 1 のクラッド層 4 を通って行われる。さらに、第 1 のクラッド層 4 の材料は導電性であるので、表面領域 20 は第 1 の表面部分領域 241 において、第 1 のクラッド層 4 の領域 41 を介して電気的に接触される。特に、クラッド層 4 は、ITO、有利には例えば ITO を有している。

#### 【 0 0 4 7 】

ITO は一般的に、50% 以上 99% 以下の割合の酸化インジウム (III) ( $In_2O_3$ ) と 1% 以上 50% 以下の酸化スズ (IV) ( $SnO_2$ ) を有する混合酸化物である。有利には、 $In_2O_3$  の割合は 80% 以上、より有利には 90% 以上であり、 $SnO_2$  の割合は 20% 未満、より有利には 10% 未満である。 $SnO_2$  成分は、 $In_2O_3$  結晶格子内にノイズ箇所を生成し、これによって主に ITO 層の導電性が引き起こされる。ITO に対して択一的に、例えば、純粋な酸化スズ、純粋な酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化マグネシウムまたは一般的な部分で上述した他の材料も可能である。

#### 【 0 0 4 8 】

第 2 の領域 42 では、ボンディング層 15 によって形成された金属材料が、第 1 のクラッド層 4 を通って、半導体層列 2 の表面領域 20 まで突出し、表面領域 20 は第 2 の表面部分領域 242 において、ボンディング層 15 によって直接的に電気的に接触接続される。

#### 【 0 0 4 9 】

活性層 3 上の半導体層の厚さも、例えば数 10 nm であり得る第 1 のクラッド層 4 の厚さも、動作中に活性層 3 において生成された光 8 の一部が第 1 のクラッド層 4 に達するよ

10

20

30

40

50

うに形成されている。特に、活性層3において生成された光8は、鉛直方向において最大の強度プロファイルを有することができ、ここで半導体層列2と第1のクラッド層4、特に第1のクラッド層4の第1の領域41との間の境界面での強度は、1%以上または5%以上または10%以上の値まで低下され得る。

#### 【0050】

第1のクラッド層4の記載された構造によって、第1のクラッド層は、光学的特性および電気的特性が異なる第1の領域41と第2の領域42を有する。第1の領域41における第1のクラッド層4の材料は透明であり、したがってレーザーモードの侵入を可能にするが、第1のクラッド層4の第2の領域42は、これが、記載された実施例において、ボンディング層15の金属材料で満たされていることによって光吸収性である。これによつて、ラテラル方向のレーザーモードが影響を受ける可能性がある。さらに、ボンディング層15は例えば第2の表面部分領域242におけるTi層によって半導体層列2に隣接し得る。Tiは、上述のようにInAlGaNをベースとし、例えばp<sup>+</sup>-GaNであり得る半導体コンタクト層21に対する、ITOよりも高い接触抵抗を有しているので、表面領域20への局部的な電流印加を制御することができる。さらに、表面領域20に接する、第1のクラッド層4とボンディング層15の異なる材料は、半導体層列2の局部的な冷却に作用する。このような作用によって、活性層3において生成される光のモード動作の付加的な制御手法が得られる。単なる例として、図1Bには、典型的なラテラル方向モードプロファイルが概略的に示されている。したがって、特に第1のクラッド層4ならびにウェブ導波路構造9によって引き起こされる上述の作用によって、活性層3において、図1Aに示された活性領域5が形成され、ここで半導体レーザーダイオード100の動作中にレーザー光の生成が行われる。図1Bに示された、ラテラル方向レーザーモードプロファイルから見て取れるように、モード動作は、いわゆる「ホットスポット」が発生しないように制御され、その結果、信頼性と効率を改善することができる。

#### 【0051】

図2Aおよび図2Bには、別の実施例の一部が示されており、ここでは半導体レーザーダイオード100は、図1Aから図1Eに示された実施例と比較して、ウェブ導波路構造のない、いわゆるワイドストリップレーザーダイオードとして形成されている。構造化された第1のクラッド層4が被着されている表面領域20はここで、不動態化材料19によって覆われていない、半導体層列2の上側の部分によって規定されている。これらの実施例にも、上述の説明が相応に当てはまる。

#### 【0052】

以降の図において、半導体レーザーダイオード100の変更および発展形態が、図1Bおよび図1Dもしくは図1Eの図に相応する部分および平面図に基づいて示されている。さらなる図が、ウェブ導波路構造9を備えた半導体レーザーダイオードを示している場合でも、説明した特徴は、ウェブ導波路構造のない半導体レーザーダイオードにも当てはまる。

#### 【0053】

図3Aから図3Hには、表面領域20上の第1のクラッド層4の様々な第1の構造の実施例が、第1および第2の領域41、42の概略図に基づいて示されている。図示の例は網羅的なものではなく、いくつかの有利な変形を示しているにすぎない。第1および第2の領域41、42の示された分布に対して択一的に、これらを互いに組み合わせることも、第1および第2の領域41、42の配置を逆にすることもできる。さらに、図3Aから図3Hに関連して説明された第1のクラッド層4の構造は、残りの実施例にも当てはまる。

#### 【0054】

図3A、図3Bおよび図3Cでは、図1Aから図1Eの実施例において既に示されているように、トレンチとして形成された第2の領域42によって互いに分離された、長手方向に延在しているストリップとしてウェブ状に形成された第1の領域41が示されている。第1の領域はここで、表面領域20の縁部にまで達していても、縁部から間隔を空けて

10

20

30

40

50

配置されていてもよい。さらに、第1の領域41は、ラテラル方向において、同じ幅を有していても、異なる幅を有していてもよい。

#### 【0055】

図3Aにはさらに、第1の領域41の、表面領域20の縁部に対する間隔94、95および相互の間隔96、ならびにラテラル方向におけるストリップの幅97が記入されている。以降で示す値は、他の図に示されている、第1のクラッド層4の第1の構造にも当てはまる。ファセットまでの第1の領域41の間隔94は、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上または $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、または特に有利には $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上ならびに $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下、または特に有利には $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、表面領域20の側面に対する間隔95の有利な値は、したがってウェブ導波路構造の場合、ウェブ側面に対する間隔の有利な値は、 $0\text{ }\mu\text{m}$ 以上かつ $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下または $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下、または特に有利には $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。直接的に隣接する第1のコンタクト領域241のラテラル方向の間隔96の有利な値は、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上かつ $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。ラテラル方向の幅97の有利な値は、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上かつ $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。表面領域20の典型的な寸法は、ウェブ導波路構造の場合、すなわちウェブ上面の場合、長手方向の長さに対しては、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以上または有利には $400\text{ }\mu\text{m}$ 以上または特に有利には $600\text{ }\mu\text{m}$ 以上かつ $5\text{ mm}$ 以下または有利には $3\text{ mm}$ 以下または特に有利には $2\text{ mm}$ 以下の範囲にあってもよく、さらにラテラル方向の幅に対しては、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上かつ $300\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲にあってもよい。

10

#### 【0056】

図3Dには、第1の領域41のラテラル方向の幅が変化する構成が示されており、すなわち図示のように、例えばファセットから長手方向に中央に向かって減少している。これによって、ファセットの近くでのモード分布と共振器の中心でのモード分布を互いに独立して調整することができる。択一的に、例えば、ファセットから中央へ向かって、第1の領域41の幅が広くなることも可能である。

20

#### 【0057】

図1Aから図3Dに示されている、1つ、2つまたは3つの第1の領域41を有する変形に対して択一的に、例えば、より多くの第1の領域41が存在していてもよく、これは例えば長手方向に延在しているストリップの形態(図3E)、アイランドの形態(図3F)または狭い幅または広い幅で、ラテラル方向に延在しているストリップの形態(図3Gおよび図3H)で存在していてもよい。

30

#### 【0058】

第1のクラッド層4における空隙として形成されている、上で示した第2の領域42の代わりに、第1のクラッド層4が、それぞれ材料を含み、鉛直方向における異なる厚さを有している少なくとも1つの第1および少なくとも1つの第2の領域41、42も有していてもよく、したがって第1のクラッド層4は隆起部および凹部として形成された第1および第2の領域41、42を有し得る。図4Aから図4Cには、図1Aから図1Eの実施例に相応する実施例が示されており、ここでは第2の領域42は、第1の領域41よりも薄い第1のクラッド層4の材料を有している。例えばボンディング層15のような金属材料で第1のクラッド層4をオーバーモールドすることによって、活性層3において生成された光の、第1および第2の領域41、42における吸収の局部的な強さ、ひいては相応する吸収構造へのレーザーモードの結合も調整することができる。したがって、長手方向に変化する構造を有する図3Gおよび図3Hに示された構造の場合、例えば、DFB(DFB : distributed feed back(分布帰還型))レーザーに対する結合係数を調整することも可能である。

40

#### 【0059】

図5Aおよび図5Bには、半導体レーザーダイオード100に対する実施例が示されており、ここでは第1のクラッド層4は、第1および第2の領域41、42を有しており、これらは、これらの領域41、42を形成する材料に関して異なっている。したがって、第1の表面部分領域241において第1の材料を被着し、第2の表面部分領域242において第2の材料を被着することができ、これらは相違している。図5Aに示されているよ

50

うに、先行する実施例において空隙として形成された第2の領域42が別の材料で満たされてもよい。同様に、図5Bに示されているように、凹部として形成されている領域が、別の材料で満たされてもよい。異なる材料は特に、例えば、異なるTCOまたは異なってドープされたTCOであってもよい。換言すれば、先行する実施例において露出されているまたは凹んでいる、第1のクラッド層4の領域は、例えば、異なる組成またはドーピングを有するTCOで満たされてもよい。これによって、第1のクラッド層4の電気的特性と光学的特性の両方が表面領域20にわたって変調される。領域41、42の配置に応じて、それによって生起される異なる吸収係数は、異なる次数のラテラル方向モードおよび/または長手方向モードに対する領域41、42の配置に応じて異なる減衰をもたらす。金属材料の代わりにTCOで充填することによって、局部的な吸収をより正確に制御することができる。さらに、異なる領域41、42の異なる接触抵抗を介した電流印加の変調を実現することができる。

#### 【0060】

図6Aおよび図6Bに示されているように、1つ、複数またはすべての第1の領域41ならびに択一的にまたは付加的に第2の領域42も、異なるTCOの形態の異なる材料を、例えばIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層およびSnO<sub>2</sub>層をともなって、交互の積層体において有し得る。図6Aに示されているように、例えば、すべての第1の領域41がこのような積層体によって形成されてもよい。図6Bに示されているように、幾つかの第1の領域41だけがこのような積層体によって形成され、1つまたは複数の別の第1の領域41がTCOによってのみ形成されてもよい。

#### 【0061】

図7Aから図9Eには、半導体レーザーダイオード100に対する別の実施例が示されており、ここでは第1のクラッド層4上および/または空隙によって形成されている第1のクラッド層の領域内に被着されている金属材料は、ボンディング層15に対して付加的に被着されている金属コンタクト層14を有している。図7Aに示されているように、例えば、空隙によって形成されている、第1のクラッド層4の第2の領域42では、金属コンタクト層14は直接的に表面部分領域242上に被着されており、これは、第1のクラッド層4の材料と比較して、例えばより低いまたは等しい電気的な接触抵抗を有しており、そのため、これらの領域での高い光吸収と組み合わせて、良好な電流印加が実現可能である。例えば、これに加えて電気的なコンタクト層14は、Pd、PtおよびRhから選択された1つまたは複数の材料を有しているか、またはこの材料から成っていてもよい。さらに、電気的なコンタクト層14は、第1のクラッド層4の材料よりも高い電気的な接触抵抗を有する材料を有するか、またはこの材料から成っていてもよく、高い光吸収と組み合わせた不良な電流印加をこの領域において得ることができる。例えば、この目的のために、電気的なコンタクト層14は、Ni、Ti、TiWN、Agから選択された1つまたは複数の材料を有するか、またはこの材料から成っていてもよい。類似の作用は、例えば、図5の実施例に相応する、第1の領域41におけるITO、第2の領域42におけるZnOによる変更においても得られる。第1のクラッド層4の材料とボンディング層15の材料の間の接触抵抗を改善するために、択一的または付加的に、図7Bから図7Dに示されているように、金属コンタクト層14を第1のクラッド層4の材料の上に被着してもよい。この場合、金属コンタクト層14は、有利には、Ti、Pt、Pd、Ni、CrおよびRhから選択された1つまたは複数の材料を有するか、またはこの材料から成っていてもよい。金属コンタクト層14は、例えば、図7Bに示されているように、コンタクト層14が第1の領域41上にのみ配置されるように、第1のクラッド層4の材料上に被着され、これによって構造化されてもよい。図7Cに示されているように、第1のクラッド層4、特に第1の領域41はコンタクト層14によって完全にまたは部分的に覆われても、囲まれてもよく、これによって、さらに低い直列抵抗を得ることができる。図7Dに示されているように、コンタクト層14が所期のように第1のクラッド層4のいくつかの特定の領域41上にのみ被着される場合、これによって電流印加をさらに細かく調整することができる。

10

20

30

40

50

## 【0062】

図8Aから図8Hには、第1のクラッド層4の第2の領域42上、すなわち第2のクラッド層4の空隙内、または材料および／または厚さに関して第1の領域41とは異なる領域上のコンタクト層14の配置の変形に対する実施例が示されている。ここで、幾何学形状的な設計は、図3Aから図3Hに関連して説明された配置に相応する。これに対して択一的に、第1のクラッド層4の第1の領域41上のコンタクト層14の相応する配置も可能である。

## 【0063】

さらに、コンタクト層14は、図9Aから図9Eに示されているように、第1のクラッド層4の第1の構造とは異なる第2の構造も有していてよい。

10

## 【0064】

図示の実施例において、1つの透明材料または2つの異なる透明材料のみを有する第1のクラッド層が記載されていても、2つよりも多くの異なる材料が相応する構造化された領域内に存在していてよい。したがって、先行する実施例に関連して説明された特徴は、2つよりも多くの異なる材料を有する第1のクラッド層にも同様に当てはまる。

20

## 【0065】

図示の実施例、特に説明された各特徴は、図に示された各組み合わせに限定されない。むしろ、図示の実施例ならびにこれらの個々の特徴は、すべての組み合わせの可能性が明記されていなくても、互いに組み合わせることができる。さらに、図に記載されている実施例は、択一的または付加的に、一般的な部分の記載にしたがった別の特徴を有することができる。

20

## 【0066】

本発明は、これらの実施例に基づく説明によって、これに限定されない。むしろ、本発明は、あらゆる新たな特徴ならびに特徴の組み合わせを含み、これは特に、特許請求の範囲の特徴のあらゆる組み合わせを含む。これは、これらの特徴またはこのような組み合わせ自体が特許請求の範囲または実施例において明示的に述べられていない場合にも当てはまる。

## 【符号の説明】

## 【0067】

- 1 基板
- 2 半導体層列
- 3 活性層
- 4 第1のクラッド層
- 5 活性領域
- 6 光取り出し面
- 7 背面
- 8 光
- 9 ウェブ導波路構造
- 10 ウェブ上面
- 11 ウェブ側面
- 14 コンタクト層
- 15 ボンディング層
- 19 不動態化材料
- 20 表面領域
- 21 半導体コンタクト層
- 22, 23 導波路層
- 24 第2のクラッド層
- 41 第1の領域
- 42 第2の領域
- 91 ラテラル方向

30

40

50

9 2 鉛直方向

9 3 長手方向

9 4 , 9 5 , 9 6 間隔

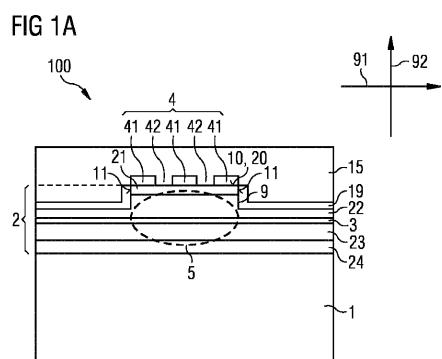
9 7 幅

1 0 0 半導体レーザーダイオード

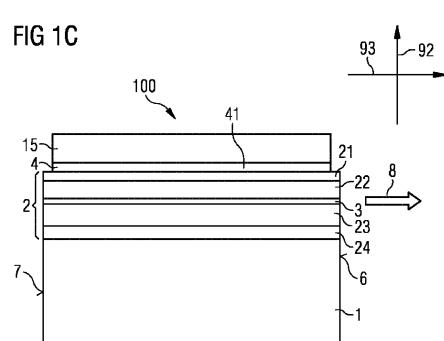
2 4 1 第1の表面部分領域

2 4 2 第2の表面部分領域

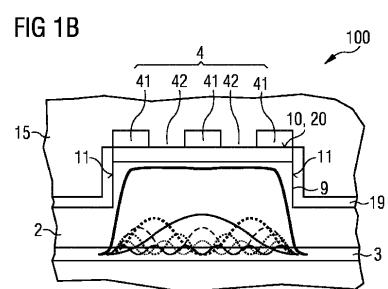
【図1A】



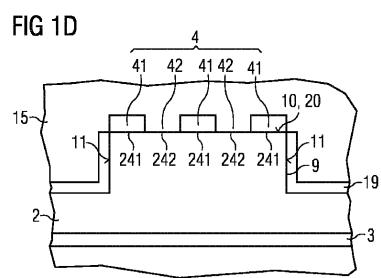
【図1C】



【図1B】

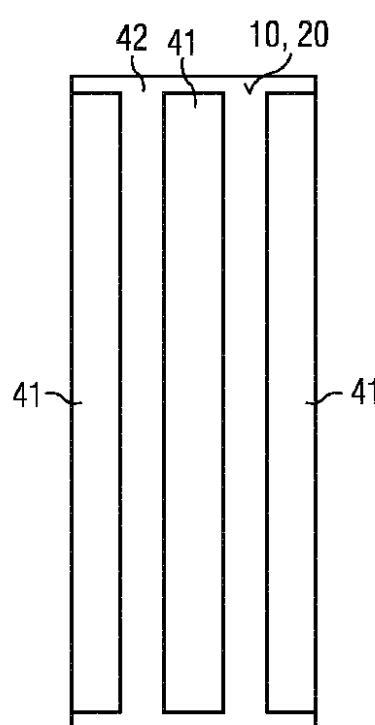


【図1D】



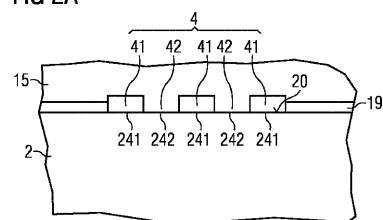
【図 1 E】

FIG 1E



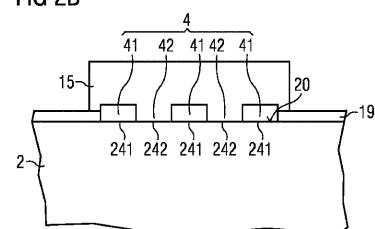
【図 2 A】

FIG 2A



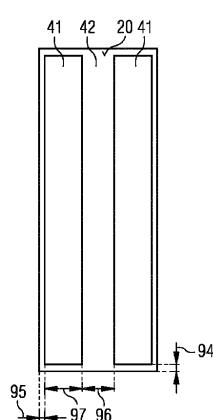
【図 2 B】

FIG 2B



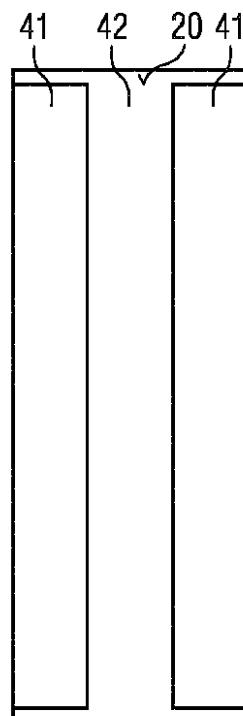
【図 3 A】

FIG 3A



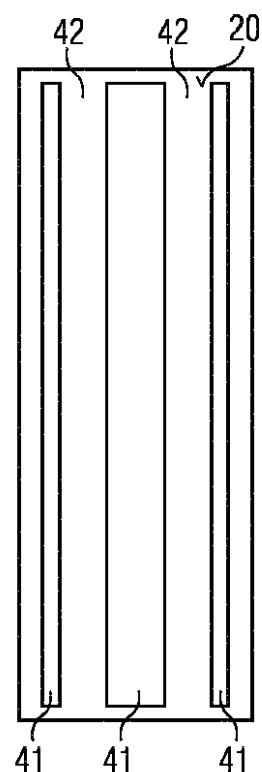
【図 3 B】

FIG 3B



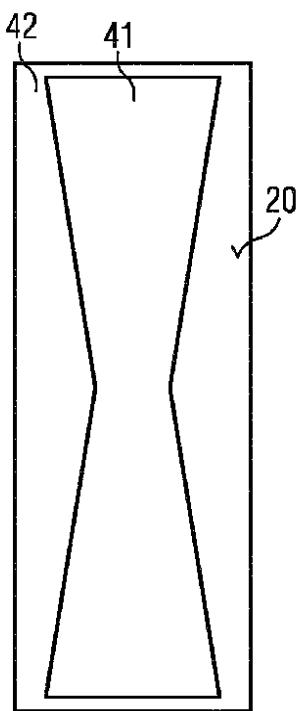
【図 3 C】

FIG 3C



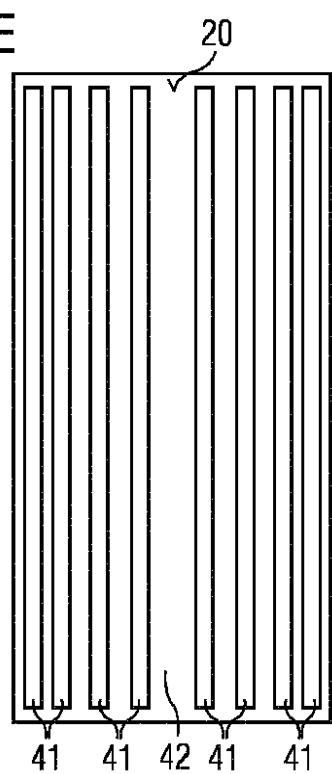
【図 3 D】

FIG 3D



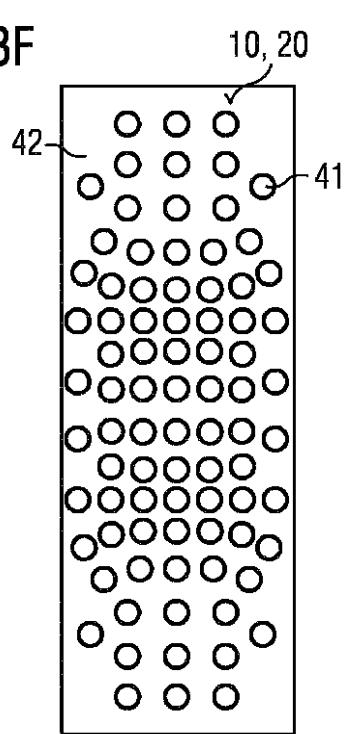
【図 3 E】

FIG 3E



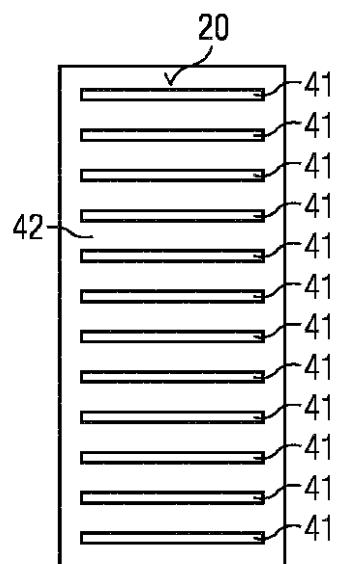
【図 3 F】

FIG 3F



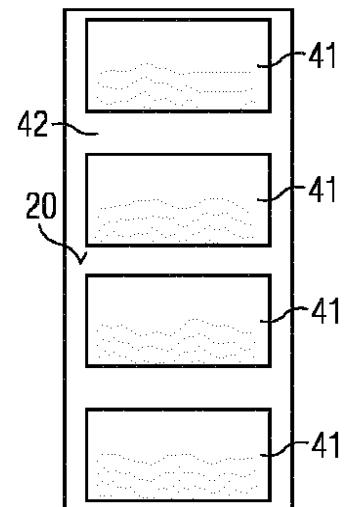
【図3G】

FIG 3G



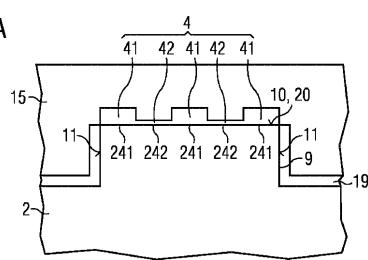
【図3H】

FIG 3H



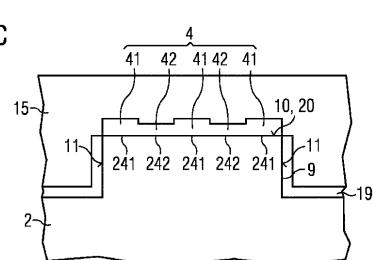
【図4A】

FIG 4A



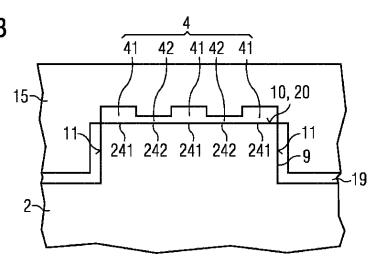
【図4C】

FIG 4C



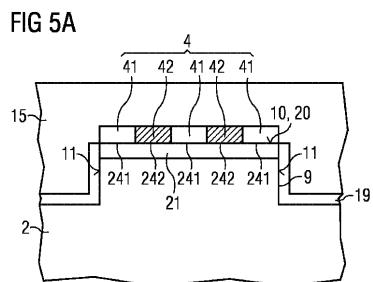
【図4B】

FIG 4B



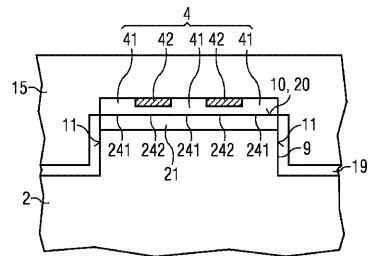
【図5A】

FIG 5A



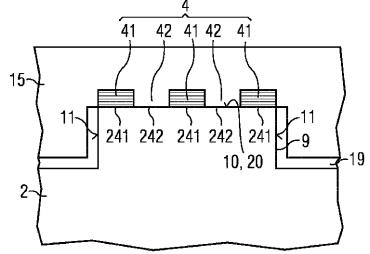
【図 5 B】

FIG 5B



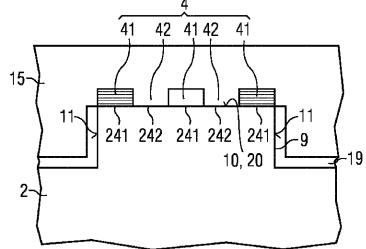
【図 6 A】

FIG 6A



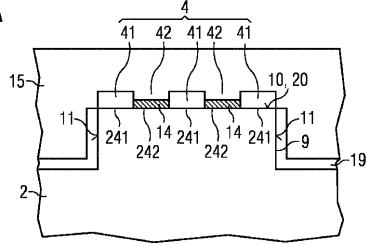
【図 6 B】

FIG 6B



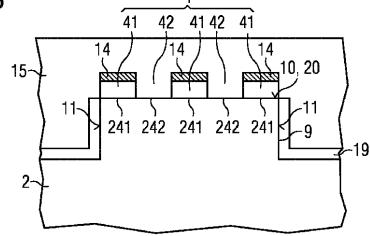
【図 7 A】

FIG 7A



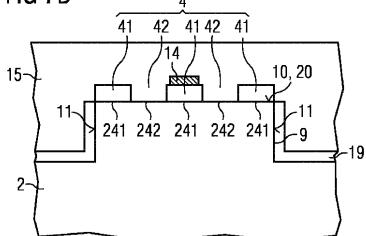
【図 7 B】

FIG 7B



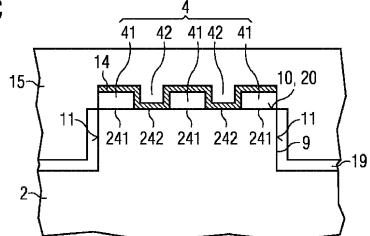
【図 7 D】

FIG 7D

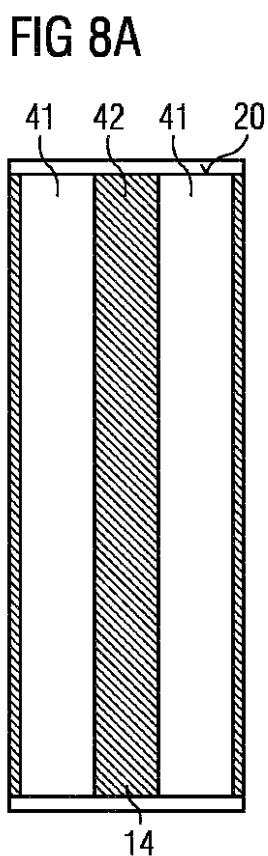


【図 7 C】

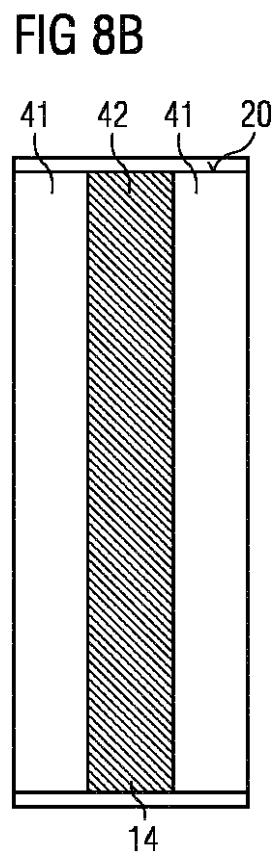
FIG 7C



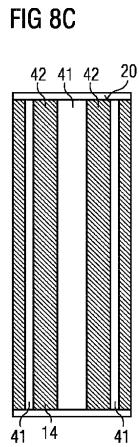
【図 8 A】



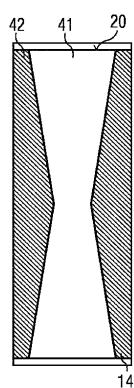
【図 8 B】



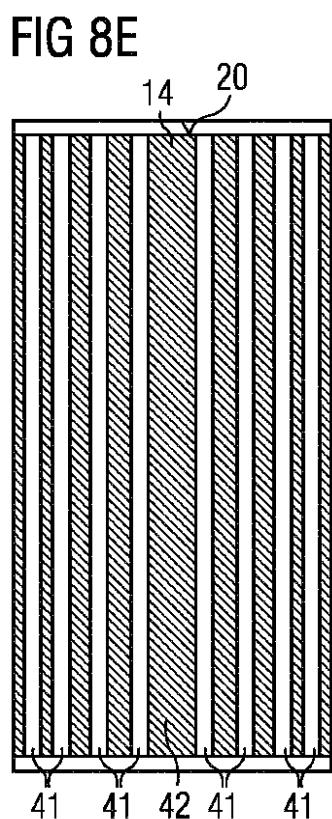
【図 8 C】



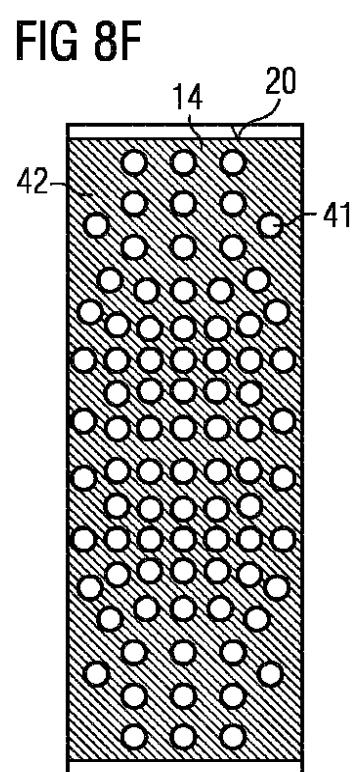
【図 8 D】



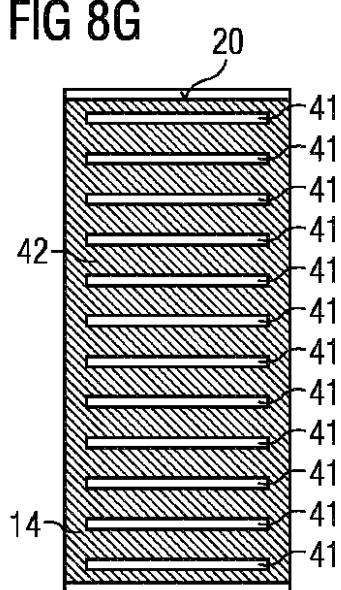
【図 8 E】



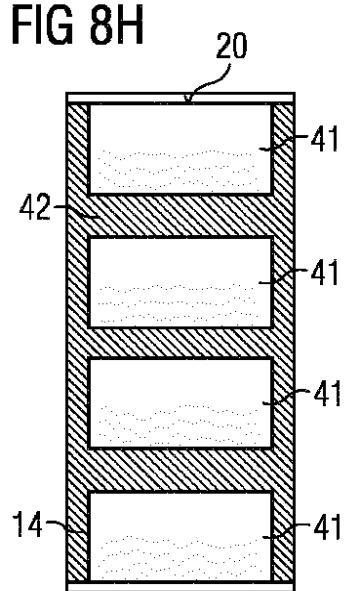
【図 8 F】



【図 8 G】

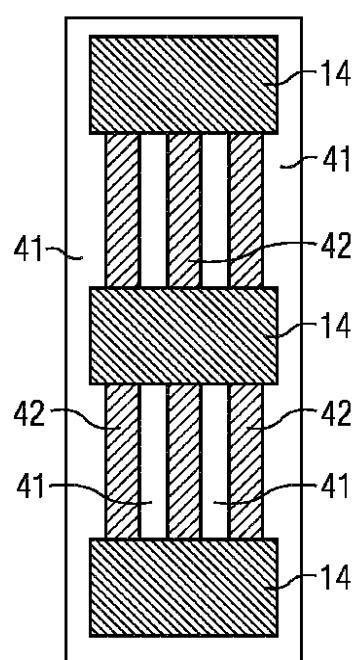


【図 8 H】



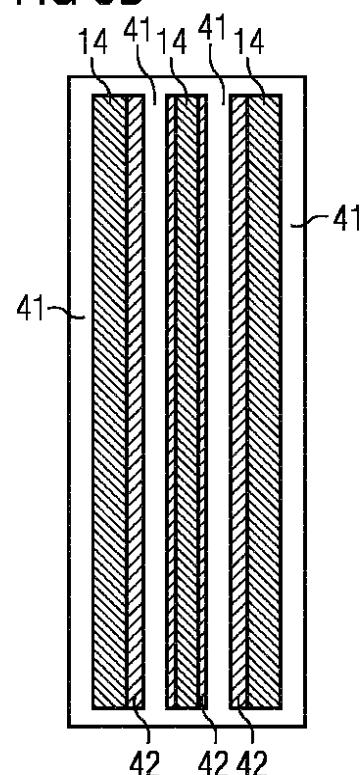
【図 9 A】

FIG 9A



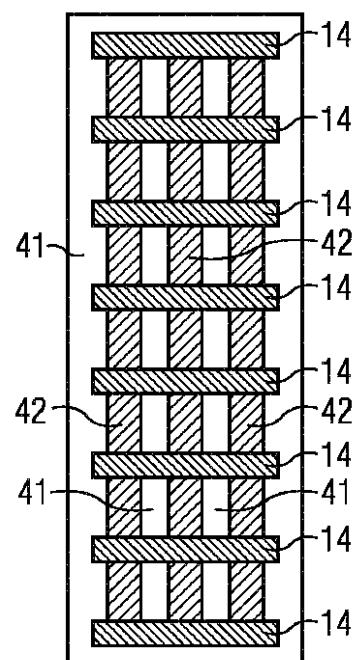
【図 9 B】

FIG 9B



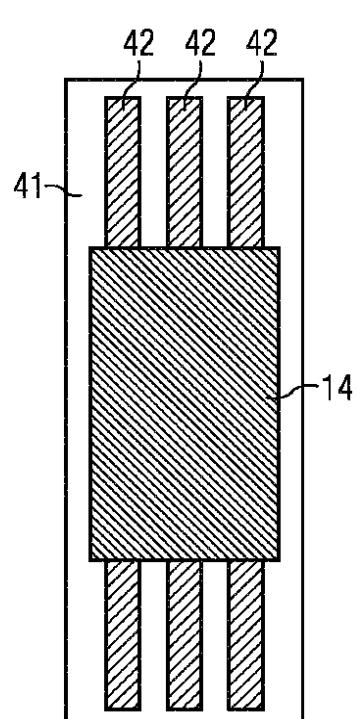
【図 9 C】

FIG 9C



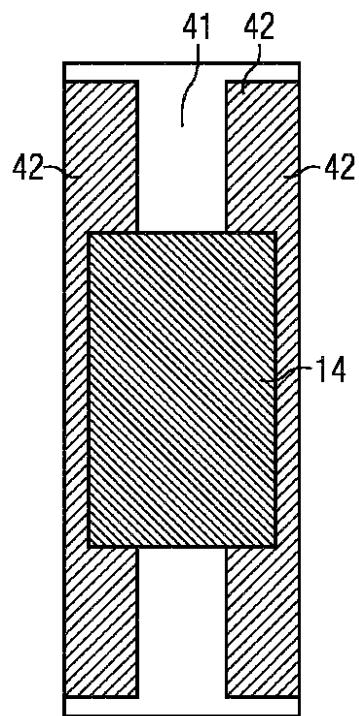
【図 9 D】

FIG 9D



【図9E】

FIG 9E



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/EP2018/065185												
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H01S 5/042(2006.01)i; H01S 5/22(2006.01)i</i>														
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01S														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data														
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Category*</th> <th style="text-align: left;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2017055287 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 06 April 2017 (2017-04-06) page 13; figures 1,2</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2011260202 A1 (LUTGEN STEPHAN [DE] ET AL) 27 October 2011 (2011-10-27) paragraph [0072]; figures 7, 4</td> <td>1,13-16</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>KR 100945993 B1 (SAMSUNG ELECTRO MECH [KR]) 09 March 2010 (2010-03-09) paragraph [0023]; figure 1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	WO 2017055287 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 06 April 2017 (2017-04-06) page 13; figures 1,2	1-16	X	US 2011260202 A1 (LUTGEN STEPHAN [DE] ET AL) 27 October 2011 (2011-10-27) paragraph [0072]; figures 7, 4	1,13-16	X	KR 100945993 B1 (SAMSUNG ELECTRO MECH [KR]) 09 March 2010 (2010-03-09) paragraph [0023]; figure 1	1
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	WO 2017055287 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 06 April 2017 (2017-04-06) page 13; figures 1,2	1-16												
X	US 2011260202 A1 (LUTGEN STEPHAN [DE] ET AL) 27 October 2011 (2011-10-27) paragraph [0072]; figures 7, 4	1,13-16												
X	KR 100945993 B1 (SAMSUNG ELECTRO MECH [KR]) 09 March 2010 (2010-03-09) paragraph [0023]; figure 1	1												
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.														
* Special categories of cited documents: “ <b>A</b> ” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “ <b>E</b> ” earlier application or patent but published on or after the international filing date “ <b>L</b> ” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “ <b>O</b> ” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “ <b>P</b> ” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “ <b>T</b> ” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “ <b>X</b> ” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “ <b>Y</b> ” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “ <b>&amp;</b> ” document member of the same patent family														
Date of the actual completion of the international search  <b>16 August 2018</b>	Date of mailing of the international search report  <b>24 August 2018</b>													
Name and mailing address of the ISA/EP  European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016	Authorized officer  <b>Flierl, Patrik</b>  Telephone No.													

INTERNATIONAL SEARCH REPORT Information on patent family members					International application No. <b>PCT/EP2018/065185</b>		
Patent document cited in search report		Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
WO	2017055287	A1	06 April 2017	CN	108352678	A	31 July 2018
				DE	102015116336	A1	30 March 2017
				WO	2017055287	A1	06 April 2017
US	2011260202	A1	27 October 2011	DE	102008035784	A1	11 February 2010
				EP	2313934	A1	27 April 2011
				TW	201013993	A	01 April 2010
				US	2011260202	A1	27 October 2011
				WO	2010012266	A1	04 February 2010
KR	100945993	B1	09 March 2010	NONE			

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2018/065185
---

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01S5/042 H01S5/22 ADD.
---

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)  
H01S

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2017/055287 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 6. April 2017 (2017-04-06) Seite 13; Abbildungen 1,2 -----	1-16
X	US 2011/260202 A1 (LUTGEN STEPHAN [DE] ET AL) 27. Oktober 2011 (2011-10-27) Absatz [0072]; Abbildungen 7, 4 -----	1,13-16
X	KR 100 945 993 B1 (SAMSUNG ELECTRO MECH [KR]) 9. März 2010 (2010-03-09) Absatz [0023]; Abbildung 1 -----	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :	
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kolliert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist	"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)	"V" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist	

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Abeendeatum des internationalen Recherchenberichts
16. August 2018	24/08/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Flierl, Patrik

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/065185

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2017055287 A1	06-04-2017	CN 108352678 A DE 102015116336 A1 WO 2017055287 A1	31-07-2018 30-03-2017 06-04-2017
US 2011260202 A1	27-10-2011	DE 102008035784 A1 EP 2313934 A1 TW 201013993 A US 2011260202 A1 WO 2010012266 A1	11-02-2010 27-04-2011 01-04-2010 27-10-2011 04-02-2010
KR 100945993 B1	09-03-2010	KEINE	

---

## フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT

(74)代理人 100098501

弁理士 森田 拓

(74)代理人 100116403

弁理士 前川 純一

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72)発明者 スヴェン ゲアハート

ドイツ連邦共和国 アルテグローフスハイム ビショフ - ケテラー - シュトラーセ 36

(72)発明者 クリストフ アイヒラー

ドイツ連邦共和国 ドナウシュタウフ レッシングシュトラーセ 4

(72)発明者 アルフレート レル

ドイツ連邦共和国 マックスヒュッテ - ハイトホーフ フィルヒョウシュトラーセ 19

(72)発明者 ベアンハート シュトイエツツ

ドイツ連邦共和国 ヴィーゼント フォン - コルプ - シュトラーセ 9

F ターム(参考) 5F173 AA08 AF32 AF36 AF52 AH03 AH06 AH22 AH31 AK08 AK21

AP05 AP09