

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6550381号  
(P6550381)

(45) 発行日 令和1年7月24日(2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日(2019.7.5)

(51) Int.Cl.

H01S 5/042 (2006.01)  
H01S 5/40 (2006.01)

F 1

H01S 5/042  
H01S 5/40

610

請求項の数 16 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-522763 (P2016-522763)  
 (86) (22) 出願日 平成26年10月14日 (2014.10.14)  
 (65) 公表番号 特表2016-533639 (P2016-533639A)  
 (43) 公表日 平成28年10月27日 (2016.10.27)  
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2014/071938  
 (87) 國際公開番号 WO2015/055600  
 (87) 國際公開日 平成27年4月23日 (2015.4.23)  
 審査請求日 平成29年10月12日 (2017.10.12)  
 (31) 優先権主張番号 13188872.9  
 (32) 優先日 平成25年10月16日 (2013.10.16)  
 (33) 優先権主張国 歐州特許庁 (EP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ  
 ヴェ  
 KONINKLIJKE PHILIPS  
 N. V.  
 オランダ国 5656 アーネー アイン  
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5  
 High Tech Campus 5,  
 NL-5656 AE Eindhoven  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】コンパクトなレーザーデバイス

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

レーザーデバイスであって、

一つの半導体チップの上に備えられ、かつ、それぞれが電気的に並列に接続された、2個と4個との間のメサと、

前記メサを電気的に駆動するように構成されているドライバと、

を含み、

前記ドライバは、前記2個と4個との間のメサに対して定められた閾値電圧を提供するように適合されており、かつ、

前記2個と4個との間のメサは、前記定められた閾値電圧の受取りに応じて、相互に同時にレーザー光を発するように構成されており、

前記メサは、それぞれに、ボトム分布プラグ反射器 (DBR) とトップDBRとの間に挟まれた活性レイヤ、および閉じ込めレイヤ、を含み、

それぞれの前記メサは、7 μmと9 μmとの間の活性直径を含み、

前記活性直径は、前記閉じ込めレイヤの酸化によって決定され、

前記閉じ込めレイヤは、前記活性レイヤにおける電流を制限し、

前記レーザーデバイスは、光強度を伴うレーザー光を発するように適合されており、前記光強度は、3 mAと12 mAとの間の電流で駆動される場合に、提供される電流に線形的に依存する、

レーザーデバイス。

10

20

**【請求項 2】**

前記レーザーデバイスは、3個のメサを含む、  
請求項1に記載のレーザーデバイス。

**【請求項 3】**

前記レーザーデバイスは、  
4mWと10mWとの間の光強度のレーザー光を発するように適合されている、  
請求項1に記載のレーザーデバイス。

**【請求項 4】**

前記レーザーデバイスは、  
4mWと10mWとの間の光強度のレーザー光を発する場合に、12mAの電流において、  
1.6Vと2.2Vとの間の電圧で駆動されるように適合されている、  
請求項3に記載のレーザーデバイス。 10

**【請求項 5】**

前記レーザーデバイスは、  
前記半導体チップの温度が60°Cであるときに、4mWと10mWとの間の光強度の  
レーザー光を発するように適合されている、  
請求項1に記載のレーザーデバイス。

**【請求項 6】**

前記レーザーデバイスは、  
12mAの電流で駆動される場合に、  
前記半導体チップの温度が60°Cのときに発せられるレーザー強度から20%より少  
なく外れている、光強度のレーザー光を、前記半導体チップの温度が25°Cのときに発  
するように適合されている、  
請求項5に記載のレーザーデバイス。 20

**【請求項 7】**

前記半導体チップは、機能性レイヤを含み、  
前記機能性レイヤは、前記レーザーデバイスを特定するためのコードを含んでいる、  
請求項1に記載のレーザーデバイス。

**【請求項 8】**

前記機能性レイヤは、前記半導体チップの金属化レイヤである、  
請求項7に記載のレーザーデバイス。 30

**【請求項 9】**

前記金属化レイヤは、前記半導体チップの少なくとも一つの端においてバイナリーコー  
ドを含んでいる、

請求項8に記載のレーザーデバイス。

**【請求項 10】**

前記メサは、前記半導体チップにわたり一様な熱分布が可能となるように、前記半導体  
チップ上に分散されている、

請求項1に記載のレーザーデバイス。

**【請求項 11】**

前記金属化レイヤは、前記半導体チップの電気的接点を含む、  
請求項9に記載のレーザーデバイス。

**【請求項 12】**

レーザーデバイスであって、  
一つの半導体チップを定めているサブストレートと、  
前記一つの半導体チップにおいて前記サブストレート上に備えられている、4個より多  
くない複数のメサと、  
前記サブストレート上に配置された金属化レイヤであり、前記半導体チップの電気的接  
点を含む、金属化レイヤと、

を含み、

40

50

前記複数のメサは、相互に電気的に並列に接続されており、定められた閾値電圧を相互に同時に提供されるように構成されており、かつ、前記定められた閾値電圧の受取りに応じて、前記複数のメサは、相互に同時にレーザー光を発し、

前記メサは、それぞれに、ボトム分布プラグ反射器( D B R )とトップD B Rとの間に挟まれた活性レイヤ、および閉じ込めレイヤ、を含み、

それぞれの前記メサは、7 μmと9 μmとの間の活性直径を有し、

前記活性直径は、前記閉じ込めレイヤの酸化によって決定され、

前記閉じ込めレイヤは、前記活性レイヤにおける電流を制限し、

前記半導体チップの電気的接点を含む前記金属化レイヤは、また、前記レーザーデバイスを特定するためのコードも含む、

レーザーデバイス。

#### 【請求項13】

前記複数のメサは、3個のメサである、

請求項12に記載のレーザーデバイス。

#### 【請求項14】

前記金属化レイヤは、前記半導体チップの少なくとも一つの端においてバイナリコードを含んでいる、

請求項12に記載のレーザーデバイス。

#### 【請求項15】

前記レーザーデバイスは、光強度を伴うレーザー光を発するよう適合されており、前記光強度は、3 mAと12 mAとの間の電流で駆動される場合に、提供される電流に線形的に依存する、

請求項12に記載のレーザーデバイス。

#### 【請求項16】

レーザーデバイスであって、

一つの半導体チップを定めているサブストレートと、

前記一つの半導体チップにおいて前記サブストレート上に備えられている、6個より多くない複数のメサと、

前記サブストレート上に配置された金属化レイヤであり、前記半導体チップの電気的接点を含み、さらに、前記半導体チップの少なくとも一つの端に沿って配置された数多くの異なる幅のエクステンションを含み、前記半導体チップを一意的に特定するバイナリコードを形成している、金属化レイヤと、

を含み、

前記複数のメサは、相互に電気的に並列に接続されており、定められた閾値電圧を相互に同時に提供されるように構成されており、かつ、前記定められた閾値電圧の受取りに応じて、前記複数のメサは、相互に同時にレーザー光を発し、

前記メサは、それぞれに、ボトム分布プラグ反射器( D B R )とトップD B Rとの間に挟まれた活性レイヤ、および閉じ込めレイヤ、を含み、

それぞれの前記メサは、7 μmと9 μmとの間の活性直径を有し、

前記活性直径は、前記閉じ込めレイヤの酸化によって決定され、

前記閉じ込めレイヤは、前記活性レイヤにおける電流を制限する、

レーザーデバイス。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、レーザーデバイスに関する。レーザーデバイスは、特に、検出(sensing)アプリケーションに適している。本発明は、さらに、独自のやり方で半導体チップにマーキング(markings)する方法に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

10

20

30

40

50

光学センサのためのレーザーデバイスは、しばしば、垂直共振器面発光レーザー（V C S E L）を含んでいる。次の世代は、少なくとも6 mWの光出力強度（optical output power）を必要とする。こうした高出力を伴う最先端のV C S E Lは、開口（aperture）の直径またはV C S E Lの活性直径（active diameter）を増加することによって具現化される（~14 μm）。同時に、全体的なダイ（die）のサイズは、できる限り小さいことを要し、かつ、レーザーデバイスの歩留まりは、コストターゲットを満たすように高いことが必要である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

10

本発明の目的は、従って、小さいダイ又はチップサイズと高い歩留まりとの組み合わせを実現する改善されたレーザーデバイスを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

第1の態様に従って、一つの半導体チップの上に2個と6個との間のメサが備えられたレーザーデバイスが提案される。メサは、電気的に並列に接続されており、定められた閾値電圧がメサに対して提供される場合に、レーザー光を発するよう適合されている。レーザーデバイスは、さらに、メサを電気的に駆動するためのドライバを含み、ドライバは、定められた閾値電圧をメサに対して提供するよう適合されている。

【0005】

20

開口の直径が増加した唯一つのメサを含んでいるレーザーデバイスは、デバイスのサイズが小さいという利点を有している。チップ領域は、一度に製造できるウェファ毎の半導体チップの数量、従って、レーザーデバイスの価格を決定するので、サイズは最も重要なファクタである。テストは、1個のメサを用いるこうしたレーザーデバイスの品質ターゲットを満たしているウェファ毎のレーザーチップの数量を意味する生産歩留まりが不満足なものであることを示してきた。きついプロセスウィンドウ（process window）のせいで成果の広がり（production spread）は大きい。さらなる調査は、より小さい開口部を伴う2個と6個との間のメサを備えること、従って、一つの半導体チップ上におけるメサ毎のより小さな光強度が、歩留まりを増加させ、かつ、レーザーデバイスの温度感受性をより低くできることを示してきた。メサは、動作において、全てのメサが同時に電力を提供されるように、並列に電気的に接続されている。一つの半導体チップ上の全てのメサは、このように、同時にレーザー光を発する。より低い温度感受性は、レーザーデバイス毎に唯一つのメサの場合における集中された熱放散に比べて、並行して2個から6個のメサが動作しているときの熱分布によって、引き起こされ、または、少なくとも積極的に影響され得るものである。後者の効果は、レーザーデバイスにわたり一様な熱分布が可能となるやり方で2個と6個との間のメサを分散することによって、さらに改善され得る。メサ間の距離は、半導体チップ上で利用可能な領域に関連して最大化されてよい。ダイシング（dicing）などのプロセスステップは、メサ間の最小距離を要求し得るものであり、従って、半導体チップの端は、利用可能な領域を制限している。チップの形式は、このように、メサの位置決めに影響し得るものである。大部分の場合には、2次の（quadratic）半導体チップが好まれ得る。1個のメサを用いた半導体チップは、より小さくて、より多くの半導体チップができるという事実にもかかわらず、改善された歩留まりが、増加されたメサの数量によって生じるより大きなレーザーデバイスのサイズを過度に補償している。

30

【0006】

40

驚くことに、歩留まりが再び低下するので、6個より多くのメサを備えることは役に立たない。調査は、さらに、レーザーデバイス毎に3個のメサが、最大の歩留まりを結果として生じることを示してきた。3個のメサは、望ましくは、メサ間の距離を最大化するためにメサの中心が正三角形を形成するように、半導体チップの利用可能な領域上に配置されてよい。メサのこの構成は、半導体チップにわたり、それぞれのメサにおいて生成され

50

る熱の一様な分布を可能にし得るものである。

**【0007】**

レーザーデバイスの半導体チップは、望ましくは、 $250\text{ }\mu\text{m}$ より小さい側面の長さを有する。半導体チップのサイズは、ウェファ毎のチップの数量を決定し、従って、レーザーデバイスの価格に強く影響する。できる限り小さな半導体チップを提供することが意図されている。同時に、レーザーデバイスによって発せられる必要がある、要求される光強度は増加しており、それは、チップサイズがより大きい場合に、より容易であろうことである。半導体チップの側面の長さは、 $200\text{ }\mu\text{m}$ のようにさらに $250\text{ }\mu\text{m}$ より小さくてもよい。もしくは、さらにプロセスウィンドウを減少してさらに $150\text{ }\mu\text{m}$ より小さくてもよい。

10

**【0008】**

レーザーデバイスは、対応するドライバと電源に接続されている場合に、 $4\text{ mW}$ と $10\text{ mW}$ との間の光強度のレーザー光を発するように適合されている。電源は、従来のACライン、バッテリー、または、レーザーデバイスおよび対応するドライバに対して電力供給することができるあらゆる他の電源であってよい。電源の種類は、アプリケーションに依存してよい。望ましくは再充電可能なバッテリーが、モバイルアプリケーションにおいては使用されてよい。例えば、携帯電話、スマートフォン、ラップトップ、等のようなモバイルデバイスにおける近傍検出のようなモバイルアプリケーションである。

**【0009】**

レーザーデバイスは、望ましくは、 $4\text{ mW}$ と $10\text{ mW}$ との間の光強度のレーザー光を発する場合に、 $12\text{ mA}$ の電流において、 $1.6\text{ V}$ と $2.2\text{ V}$ との間の電圧で駆動されるように適合されている。レーザーデバイスは、半導体チップの温度が $60^\circ\text{C}$ であるときに、 $4\text{ mW}$ と $10\text{ mW}$ との間の光強度のレーザー光を発するように適合されてよい。デバイスの温度は、しばしば動作中に $60^\circ\text{C}$ に達することがある。従って、品質要求を満たすためには、光強度が $4\text{ mW}$ 以下に低下しないことが不可欠である。半導体チップの温度は、半導体チップのサブストレートの温度であり、かなり高いであろうレーザーの活性レイヤにおける局所的な温度ではない。

20

**【0010】**

レーザーデバイスは、望ましくは、 $12\text{ mA}$ の電流で駆動される場合に、半導体チップの温度が $60^\circ\text{C}$ のときに発せられるレーザー強度から $20\%$ より少なく外れている、光強度のレーザー光を、半導体チップの温度が $25^\circ\text{C}$ のときに発するように適合されている。外れは、最も望ましくは、なお $10\%$ より小さい。いくつかのアプリケーションは、既定の駆動電流において、光出力強度に係る高い温度安定性を要求する。レーザーデバイスの高い温度安定性は、駆動回路に関する要求を低減し得る。広い温度範囲にわたり要求される光強度を提供するために、追加のセンサ及び/又はフィードバックループが必要とされなくてよい。

30

**【0011】**

レーザーデバイスは、望ましくは光強度を伴うレーザー光を発するよう適合されている。光強度は、 $3\text{ mA}$ と $12\text{ mA}$ との間の電流で駆動される場合に、提供される電流に線形的に依存するものである。駆動電流からの光強度の線形的な依存性は、光出力強度のコントロールを簡素化し得る。こうした強度コントロールを要求するアプリケーションにおけるものである。

40

**【0012】**

メサは、 $4\text{ mW}$ と $10\text{ mW}$ との間の光強度を提供するために、 $5\text{ }\mu\text{m}$ と $9\text{ }\mu\text{m}$ との間の活性直径を含んでよい。2個から4個のメサの場合には、 $7\text{ }\mu\text{m}$ と $9\text{ }\mu\text{m}$ との間の活性直径が望まれ得る。それにより、最も効率的なデバイスは、 $8\text{ }\mu\text{m}$ の活性直径を伴うメサを含んでよい。5個から6個のメサの場合には、 $5\text{ }\mu\text{m}$ と $7\text{ }\mu\text{m}$ との間の活性直径が望まれ得る。メサの活性直径は、半導体チップを含むウェファのプロセスの最中に、メサの中の閉じ込めレイヤの酸化によって決定される。活性直径は、半導体チップのサブストレートに関して、ボトムとトップの分布プラグ反射器(Distributed Bragg

50

R e f l e c t o r 、 D B R ) の間に備えられるそれぞれのメサの中における活性レイヤの定められた領域に対する電流を制限する。

【 0 0 1 3 】

半導体チップは、望ましくは、レーザーデバイスを特定するためのコード ( c o d i n g ) を伴う機能性レイヤを含んでよい。望ましくは  $150 \mu m \times 150 \mu m$  又はより小さいサイズの小さな半導体チップの観点において、インクジェットプリントのようなよく知られた印刷技術を用いて提供される数量は、可能なものではない。機能性レイヤは、このように、それぞれのチップの識別化を可能にするコードを含んで備えられる。コードは、チップが光学的に特定され得るように、機能性レイヤにおいて提供されるバーコードであつてよい。機能性レイヤは、従って、半導体チップまたはレーザーデバイスを処理した後で見えるものであることを必要とする。機能性レイヤは、望ましくは、レーザーデバイスの動作のために必要とされるレイヤのうちの一つであつてよい。金属化レイヤのうちの一つは、レーザーデバイスを製造し、最終的に駆動するために必要な構成（例えば、電気的接点）の他に、バーコードのような構成が金属化レイヤの一つの端において見ることができるように、エッチされて ( e t c h e d ) よい。そうしたバイナリーコードは、それらのレーザーデバイスをトレース ( t r a c i n g ) できるように使用されてよい。レーザーデバイスをトレースするために使用される金属化レイヤは、例えば、接合および接触のために追加的に使用されてよい。

10

【 0 0 1 4 】

例えば、近傍検出のための光学センサは、一つまたはそれ以上の説明されたレーザーデバイスを含んでよい。個々にアドレスされ得る多数のメサを含んでいるアレイ ( a r r a y ) を使用することが、印刷 ( p r i n t i n g ) および加熱 ( h e a t i n g ) のような電力供給アプリケーションに対して知られている。これらのアプリケーションは、数ワットまたは数百ワットもの光またはレーザー強度を提供する高出力レーザーデバイスを必要とする。個々にアドレス可能なメサのアレイにより、発せられるレーザー強度のシンプルなスイッチングが可能になる。光学センサは、たった数mWの光強度を伴うレーザー光を発する。半導体チップ毎の一つ以上のメサは望ましくないと思われるようである。いずれにしても、2個と6個との間のメサを含んでいる。レーザーデバイスの改善した歩留まりと温度安定性により、低減されたコストにおいて近傍センサのような改善された光学センサが可能となる。

20

【 0 0 1 5 】

さらに、レーザーデバイスのための特に小さな半導体チップをマーキングする改善された方法が説明される。

30

【 0 0 1 6 】

本方法は、

- 半導体チップの機能性レイヤを備えるステップと、
- 一つの半導体チップが光学的な検出手段によって一意的に特定され得るように、機能性レイヤを構成するステップと、を含んでいる。

【 0 0 1 7 】

本方法は、半導体チップ又はレーザーデバイスの曖昧でないマーキングを可能にし得る。一つの、例えば、レーザーデバイスのトレースができるようである。品質管理のためにトレースが必要であり得る。金属化レイヤのような、例えば、電気的な接触のために必要な機能性レイヤを構成することは、半導体チップの上面にシリアル番号を印刷するような追加の製造ステップを回避するものである。半導体チップのマーキングは、このようにして、簡素化され得る。

40

【 0 0 1 8 】

本発明の望ましい実施例は、また、従属請求項とそれぞれの独立請求項とのあらゆる組み合わせであつてよいことが理解されるべきである。

【 0 0 1 9 】

さらなる利点が以降に説明される。

50

**【図面の簡単な説明】****【0020】**

本発明に係るこれら及び他の態様が、以降に説明される実施例から、および、実施例を参照して明らかになろう。

**【0021】**

これから本発明が、例示として、添付の図面に関する実施例に基づいて説明される。

**【図1】**図1は、3個のメサを含んでいる半導体チップを示している。

【図2】図2は、V C S E Lの断面図であり、メサの中にエンベッドされた光レゾネータを示している。

**【図3】**図3は、半導体チップを製造するために使用されるウェファを示している。

10

【図4】図4は、半導体チップ上に備えられたメサの数量に応じて、25°Cにおいてシミュレーションされたパフォーマンスを示している。

【図5】図5は、半導体チップ上に備えられたメサの数量に応じて、60°Cにおいてシミュレーションされたパフォーマンスを示している。

【図6】図6は、1個のメサを伴う半導体チップの25°Cにおける測定されたパフォーマンスを示している。

【図7】図7は、3個のメサを伴う半導体チップの25°Cにおける測定されたパフォーマンスを示している。

【図8】図8は、1個のメサを伴う半導体チップの60°Cにおける測定されたパフォーマンスを示している。

20

【図9】図9は、3個のメサを伴う半導体チップの60°Cにおける測定されたパフォーマンスを示している。

**【0022】**

図面において、類似の数字は、全体にわたり類似のオブジェクトを参照するものである。図面におけるオブジェクトは、必ずしも拡大縮小されることを要しない。

**【発明を実施するための形態】****【0023】**

これから、本発明に係る種々の実施例が、図面を用いて説明される。

**【0024】**

図1は、3個のメサ120を含む半導体チップ110を示している。それぞれのメサは、光レゾネータを含んでいる。こうした光レゾネータの主要なスケッチが図2に示されている。金属化レイヤ(metalization layer)130が、レーザーデバイスの半導体チップ110と電気的に接触するための接合領域160が提供されるよう構成されている。さらに、接合プロセスにおいて半導体チップ110を整列させる(aligning)ために、金属化レイヤ130においてアライメントマークが提供されている。金属化レイヤ130は、さらに、数多くの異なる幅のエクステンション(expansion)を含むバイナリーコード140を上端および右端に有している。エクステンションは、それぞれの半導体チップ110を一意的に特定するバーコードのようなバイナリーコードを提供する。バイナリーコードは、半導体チップ110の光学的検査を用いて読み出すことができる。

30

**【0025】**

図2は、V C S E Lの断面図であり、メサ120のうちの一つの中にエンベッドされた光レゾネータを示している。光レゾネータは、ボトムD B R 230とトップD B R 240、および、ボトムD B R 230とトップD B R 240との間に挟まれた活性レイヤ(active layer)260を含んでいる。ボトムD B R 230は、より高い反射性(>99%)であり、かつ、トップD B Rを介してレーザー発光ができるように、トップD B R 240は、いく分より小さな反射性(>95%)を有している。V C S E Lは、このように、トップエミッタ(top emitter)と呼ばれるものである。活性レイヤ260は、量子井戸(Quantum Well)構造体を構築している数多くのレイヤを含んでいる。ボトムD B R 230は、G a A sサブストレートのようなサブストレート

40

50

上に配置されている。VCSELは、ボトム電極210とリング電極220によって接触されている。ボトム電極210は、ボトムDBR230と反対のサブストレートの側面上に備えられている。リング電極220は、トップDBR240の上面に備えられている。閉じ込めレイヤ(c confinement layer)250が、活性領域を通じて、活性レイヤに係るこの事例において定められた円形領域への電流を制限するために使用される。閉じ込めレイヤ250は、円形穴を伴う電気的には本質的に非導電性の酸化領域を含んでいる。メサをエッティングした後、閉じ込めレイヤ250の側面の酸化によって処理されるものである。閉じ込めレイヤ250は、この事例において、活性レイヤ260の上面に配置されている。閉じ込めレイヤは、また、ボトムDBR230またはトップDBR240の中に配置されてもよい。レイヤの機能性に影響する事がないレイヤの配置の変形が、当業者にとってよく知られている。10

#### 【0026】

図3は、レーザーデバイスの半導体チップ110を製造するために使用されるウェファ310の主要なスケッチを示している。半導体チップ110は、UVテープの上で切断された(sawn)状態で供給される。半導体チップ110のダイサイズ(die size)が非常に小さく、かつ、どの半導体チップが良くてどの半導体チップが悪いのかを顧客に対して示すためにインク(inking)が使用できないので、例えば、インクを用いて悪いダイまたは半導体チップ110をマーキングする代わりに、電気的マッピングが使用される。リファレンスダイ320が、ウェファにわたり配置されている。リファレンスダイ320に対して整列された電気的マップによって、良い半導体チップ110と悪い半導体チップが検出され得るようにある。ウェファは、さらに、テスト構造体330を含んでいる。デバイスの酸化をモニタするための備えられるものである。テスト構造体330は、例えば、ウェファ上のいくつかのポジションにおけるVCSELのようなデバイスである。ポジションは、ちょうど完全に酸化され、または、ちょうど完全には酸化されなくてよい。例えば、0.1μmステップで10μmから22μmの範囲にある外径を有する完全接觸(full contact)のメサが、テスト構造体330として使用されてよい。20μmの直径を有するメサは、10μmのターゲット酸化幅(target oxidation width)においてちょうど完全に酸化される。活性レイヤを通じて電流が流れないようにある。ターゲット酸化幅からいくらか外れる事例(例えば、実際の酸化幅が9.5μm)においては、20μmの直径を伴うメサにおいて、いくらかの電流が未だに存在する。しかし、19μmの直径のメサにおいては、電流が存在しない。図2に示されるメサの閉じ込めレイヤが、この場合には、完全に酸化されるであろう。テスト構造体330は、プロセスの中に統合される。テストのメサが、通常の接合パッド(bond pad)を用いて処理され、かつ、ウェファプローバ(wafer probe)上で100%のVCSELまたは半導体チップがテストされるときと、同時に測定される。ウェファプローバ上のそれぞれのデバイスが、一秒よりずっと早く測定されるので、プロセスの中で、この時にテスト構造体330を測定するためには、ほんの僅かな追加の時間が必要とされるだけである。メサの閉じ込めレイヤの側面の酸化をコントロールするためのものである。20

#### 【0027】

図4は、半導体チップ110の上に備えられたメサの数量に応じて、25°Cにおいてシミュレーションされたパフォーマンスデータを示している。適用された電流は12mAである。ライン410は、半導体チップ110の上に備えられたメサの数量に応じて、シミュレーションされたレーザーデバイスの電圧を示している。メサの広がりの成果はノミナル値(nominal)マイナス(-)1シグマ(1 sigma)であり、メサの活性直径が名目上の活性直径よりも小さいことを意味している。ライン420は、ノミナル値の活性直径においてシミュレーションされた電圧を示しており、そして、ライン430は、ノミナル値プラス(+)1シグマの広がりの成果においてシミュレーションされた電圧を示している。ライン440、450、および460は、レーザーデバイスによって発せられるそれぞれのシミュレーションされた光強度(optical power)を示し304050

ている。25°Cにおいて、半導体チップ110の上に備えられたメサの数量に応じて、ノミナル値マイナス1シグマ、ノミナル値、およびノミナル値プラス1シグマの広がりの成果におけるものである。発せられる光強度の広がりは、半導体チップ110の上に2個と6個の間のメサが備えられている場合には、許容できるものである。1個のメサは、広大な広がりを生じ、そして、適用される電圧が高すぎるものである。輝度の広がりは、3個のメサが備えられる場合に最小であり、そして、6個より多くのメサが備えられる場合には再び許容できなくなる。さらに、電圧の要求が満たされなくなるように、電圧が低下する。

#### 【0028】

図5は、半導体チップ110の上に備えられたメサの数量に応じて、60°Cにおいてシミュレーションされたパフォーマンスデータを示している。適用された電流は12mAである。ライン510は、半導体チップ110の上に備えられたメサの数量に応じて、シミュレーションされたレーザーデバイスの電圧を示している。メサの広がりの成果はノミナル値(nominal)マイナス(-)1シグマ(1Sigma)である。ライン520は、ノミナル値の活性直径においてシミュレーションされた電圧を示しており、そして、ライン530は、ノミナル値プラス(+)1シグマの広がりの成果においてシミュレーションされた電圧を示している。ライン540、550、および560は、それぞれのシミュレーションされた光強度を示している。60°Cにおいて、半導体チップ110の上に備えられたメサの数量に応じて、ノミナル値マイナス1シグマ、ノミナル値、およびノミナル値プラス1シグマの広がりの成果におけるものである。発せられる光強度の広がりは、半導体チップ110の上に2個と6個の間のメサが備えられている場合には、許容できるものである。1個のメサは、広大な広がりを生じ、そして、適用される電圧が高すぎるものである。輝度の広がりは、3個のメサが備えられる場合に最小であり、そして、6個より多くのメサが備えられる場合には再び許容できなくなる。さらに、電圧の要求が満たされなくなるように、電圧が低下する。ノミナル値プラス/マイナス(+/-)1シグマの広がりの成果の中で半導体チップ110上に備えられた2個から6個のメサを伴うレーザーデバイスは、このように、25°Cから60°Cの温度範囲の中での品質要求を満たす。そして、また、-10°Cから60°Cの間の温度範囲についてもそうである。後者の温度範囲は、大部分のアプリケーションに係る温度範囲であり、そして、より低温において広がりは経験的に減少する。少なくとも-10°Cのような中温(moderate temperature)におけるものである。

#### 【0029】

図6と図8は、25°Cと60°Cのそれぞれにおいて、1個のメサを含む半導体チップを用いたレーザーデバイスに係る測定された光強度および電圧を示している。適用される電流は、0mAと12mAの間で変動している。25°Cにおいて測定された、数個のレーザーデバイスに係る光強度対(versus)電流ライン620が図6に示されている。発せられる光強度は、実質的に、2mAと約7mAとの間の範囲において適用される電流に応じたものである。加えて、個々のデバイスに係る発せられた光強度の広がりは、約8mAの適用される電流より上で増加する。この振る舞いは、さらに60°Cのサブストレート温度において、より表わされる。発せられる光強度は、ライン820によって示されるように、1mAと約6mAとの間の電流範囲においてだけ、適用される電流に線形的に依存している。既に6mAにおいては、発せられる光強度の広がりは増加しており、そして、25°Cの広がりと比べてずっと広いものである。

#### 【0030】

図7と図9は、25°Cと60°Cのそれぞれにおいて、3個のメサを含む半導体チップを用いたレーザーデバイスに係る測定された光強度および電圧を示している。適用される電流は、0mAと12mAの間で変動している。25°Cにおいて測定された、数個のレーザーデバイスに係る光強度対電流ライン720が図6に示されている。発せられる光強度は、実質的に、2mAと12mAとの間の範囲において適用される電流に応じたものである。加えて、個々のデバイスに係る発せられた光強度の広がりは、全ての電流範囲に

10

20

30

40

50

わたって小さく、そして、閾値電流より上で増加しない。さらに、3個のメサを伴うレーザーデバイスの振る舞いは、60°Cのサブストレート温度において、実質的に同一である。発せられる光強度は、2mAと12mAとの間の電流範囲において、適用される電流に線形的に依存している。10mAより上の適用される電流についてだけ、発せられる光強度の最小限の広がりが観察され得る。

#### 【0031】

図6から図9において示された測定データは、このように、図4と図5において示されたシミュレーションデータを見事に確証している。適用される電流が12mAにおいて発せられる光強度の広がりは、3個のメサを伴う半導体チップを含むレーザーデバイスに対して、より小さい。そして、1個のメサと増加された活性直径を伴う従来の半導体チップ110と比較して、活性直径が、より低減されている。測定された1個のメサを伴うレーザーデバイスの大部分は、12mAと60°Cのサブストレート温度において少なくとも4mWの光強度を発するという仕様(specification)を外れてさえいる。

10

#### 【0032】

本発明は、図面または前出の記載において、その詳細が説明され記述されてきたが、こうした説明および記載は、説明的または例示的なものであり、制限的なものではないと考えられるべきである。

#### 【0033】

本開示を研究すれば、当業者に対しては、他の変更が明らかであろう。こうした変更は、従来技術において既に知られた他の機能を含んでよい。そして、ここにおいて既に説明された機能の代わりに、または、追加的に使用され得るものである。

20

#### 【0034】

図面、明細書、および添付の特許請求の範囲を研究すれば、当業者によって、開示された実施例に対する変形が理解され、もたらされ得る。請求項において、用語「含む("comprising")」は、他のエレメントまたはステップを排除するものではなく、不定冠詞「一つの("a"または"an")」は、複数のエレメントまたはステップを排除するものではない。異なる従属請求項においてお互いに特定の手段が引用されているという事実だけでは、これらの手段の組み合わせが有利に使用され得ないことを示すものではない。

#### 【0035】

30

請求項におけるいかなる参照番号も、発明の範囲を限定するものと解釈されるべきではない。

#### 【符号の説明】

#### 【0036】

- 110 半導体チップ
- 120 メサ
- 130 金属化レイヤ
- 140 バイナリコード
- 150 アライメントマーク
- 160 接合領域
- 210 ボトム電極
- 220 リング電極
- 230 ボトムD BR
- 240 トップD BR
- 250 閉じ込めレイヤ
- 260 活性レイヤ
- 270 サブストレート
- 310 ウェファ
- 320 リファレンスダイ
- 330 テスト構造体

40

50

4 1 0	電圧 v s メサの数量、25°Cにおいてノミナル値 - シグマ	
4 2 0	電圧 v s メサの数量、25°Cにおいてノミナル値	
4 3 0	電圧 v s メサの数量、25°Cにおいてノミナル値 + シグマ	
4 4 0	強度 v s メサの数量、25°Cにおいてノミナル値 - シグマ	
4 5 0	強度 v s メサの数量、25°Cにおいてノミナル値	
4 6 0	強度 v s メサの数量、25°Cにおいてノミナル値 + シグマ	
5 1 0	電圧 v s メサの数量、60°Cにおいてノミナル値 - シグマ	
5 2 0	電圧 v s メサの数量、60°Cにおいてノミナル値	
5 3 0	電圧 v s メサの数量、60°Cにおいてノミナル値 + シグマ	10
5 4 0	強度 v s メサの数量、60°Cにおいてノミナル値 - シグマ	
5 5 0	強度 v s メサの数量、60°Cにおいてノミナル値	
5 6 0	強度 v s メサの数量、60°Cにおいてノミナル値 + シグマ	
6 1 0	電圧 v s 電流、25°Cにおいて1個のメサ	
6 2 0	電強度 v s 電流、25°Cにおいて1個のメサ	
7 1 0	電圧 v s 電流、25°Cにおいて3個のメサ	
7 2 0	電強度 v s 電流、25°Cにおいて3個のメサ	
8 1 0	電圧 v s 電流、60°Cにおいて1個のメサ	
8 2 0	電強度 v s 電流、60°Cにおいて1個のメサ	
9 1 0	電圧 v s 電流、60°Cにおいて3個のメサ	
9 2 0	電強度 v s 電流、60°Cにおいて3個のメサ	20

【図1】

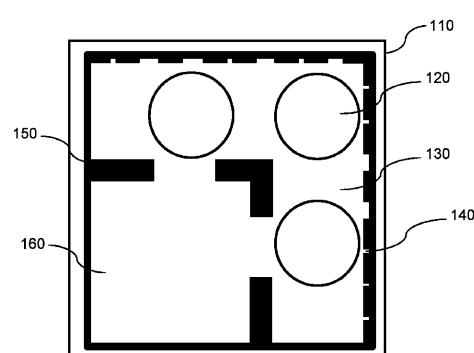


Fig. 1

【図3】

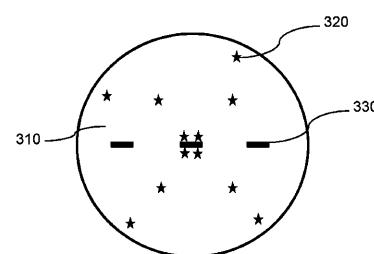
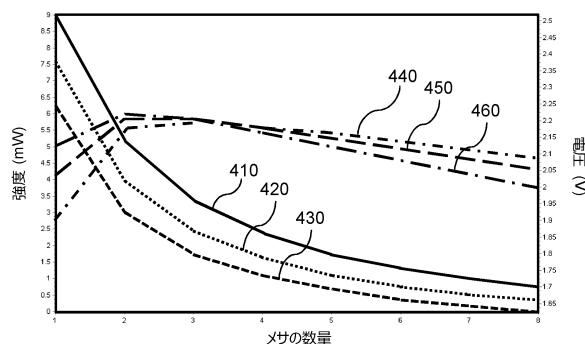


Fig. 3

【図4】



【図2】

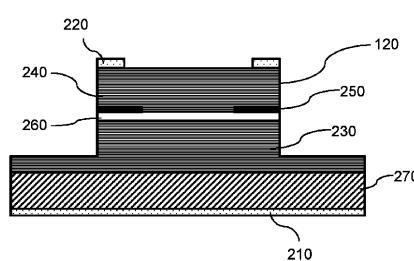
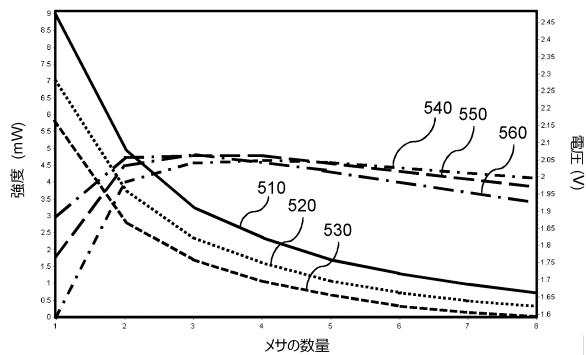
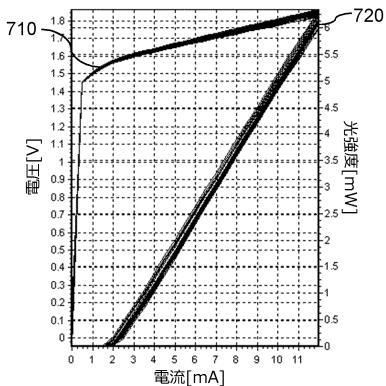


Fig. 2

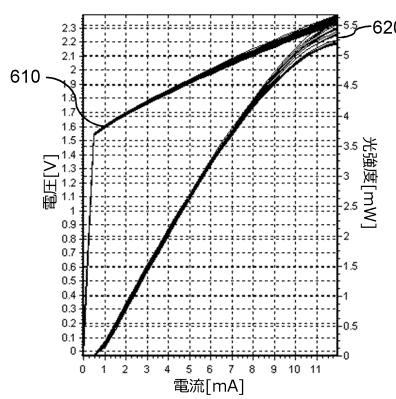
【図5】



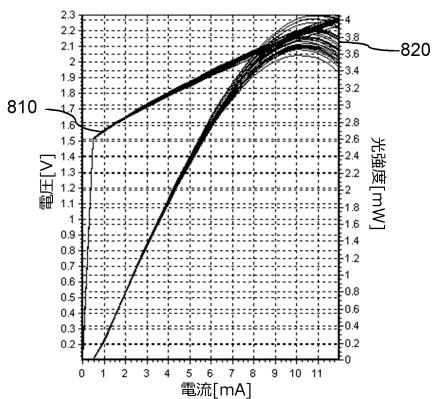
【図7】



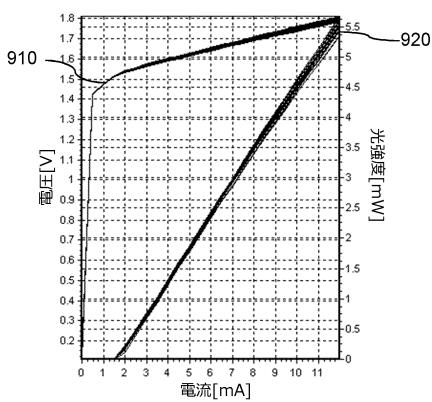
【図6】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100091214

弁理士 大貴 進介

(72)発明者 ゲルラッハ, フィリップ ヘニング

オランダ国, 5656 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス 5

(72)発明者 ヴァイグル, アレクサンダー

オランダ国, 5656 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス 5

審査官 皆藤 彰吾

(56)参考文献 特開2013-153225(JP, A)

特開2008-072013(JP, A)

特開2013-026487(JP, A)

特開2005-158945(JP, A)

米国特許出願公開第2006/0227836(US, A1)

米国特許出願公開第2011/0217077(US, A1)

米国特許出願公開第2013/0266326(US, A1)

獨国特許出願公開第19954093(DE, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 5/00 - 5/50