

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-173514

(P2007-173514A)

(43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)

(51) Int. Cl.

H01S 5/183 (2006.01)

F I

H01S 5/183

テーマコード(参考)

5F173

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-369086 (P2005-369086)
 (22) 出願日 平成17年12月22日(2005.12.22)

(71) 出願人 000005496
 富士ゼロックス株式会社
 東京都港区赤坂九丁目7番3号
 (74) 代理人 100098497
 弁理士 片寄 恭三
 (74) 代理人 100087480
 弁理士 片山 修平
 (72) 発明者 植木 伸明
 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士
 ゼロックス株式会社内
 Fターム(参考) 5F173 AC03 AC13 AC35 AC42 AC52
 AC61 AD02 AF72 AK21 AP05
 AP64 AR33 AR55 AR61 AR94
 MA06

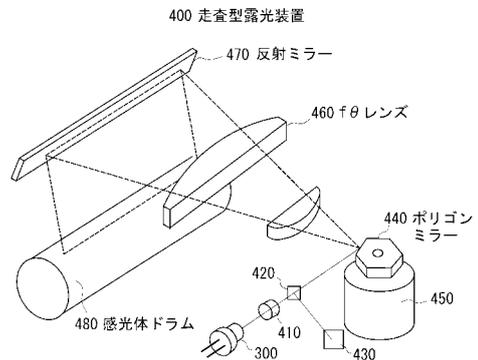
(54) 【発明の名称】 大口径表面発光型半導体レーザー素子を用いた光情報処理装置

(57) 【要約】

【課題】 大口径のVCSEL素子を用いて、素子の信頼性の高い光情報処理装置を提供する。

【解決手段】 光情報処理装置の走査型露光装置400は、VCSELを含む光源と、光源より発せられるレーザー光を感光ドラム480に集光する光学系と、集光されたレーザー光を感光体ドラム480上で走査するポリゴンミラー440等を含む走査機構とを備えている。VCSELの電流狭窄部の非酸化領域の径は、5ミクロン以上、好ましくは8ミクロン以上のものを用いることで、VCSELの静電耐圧や信頼性が飛躍的に改善され、かつ非酸化領域の径のばらつきによる、素子間の特性ばらつきが低減される。

【選択図】 図12



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、光源からの光を光情報記録媒体に集光する光学系と、該集光されたレーザ光を該光情報記録媒体上で走査する機構とを備えた光情報処理装置において、

前記光源は、レーザ光を出射する少なくとも 1 つの面発光型半導体レーザ素子を含み、前記少なくとも 1 つの面発光型半導体レーザ素子は、垂直共振器構造を構成する第 1 および第 2 のミラーの間に活性領域および電流狭窄部を含み、前記電流狭窄部には電流を注入するための約 4 ミクロンよりも大きい開口部が形成されている、光情報処理装置。

【請求項 2】

前記光源は、複数の面発光型半導体レーザ素子が配列されたアレイを含む、請求項 1 に記載の光情報処理装置。 10

【請求項 3】

前記電流狭窄部は Al を含む半導体層を含み、開口部は、Al を含む半導体層を選択的に酸化されてなる領域によって囲まれている、請求項 1 または 2 に記載の光情報処理装置。

【請求項 4】

面発光型半導体レーザ素子は、唯一つの横モードを含むシングルモードで動作される、請求項 1 ないし 3 いずれか 1 つに記載の光情報処理装置。

【請求項 5】

面発光型半導体レーザ素子は、高次シングルモードで動作される、請求項 4 に記載の光情報処理装置。 20

【請求項 6】

面発光型半導体レーザ素子は、しきい値近傍で動作される、請求項 1 ないし 3 いずれか 1 つに記載の光情報処理装置。

【請求項 7】

第 1 および第 2 のミラーは、Al を含む III-V 族化合物半導体層を含み、活性領域において発生されるレーザ光の波長は約 850 nm である、請求項 1 ないし 6 いずれか 1 つに記載の光情報処理装置。

【請求項 8】

前記光源は、少なくとも 1 つの面発光型半導体レーザ素子を実装するパッケージを含む、請求項 1 ないし 7 いずれか 1 つに記載の光情報処理装置。 30

【請求項 9】

前記パッケージは、面発光型半導体レーザ素子から出射された光を集光するレンズを含む、請求項 8 に記載の光情報処理装置。

【請求項 10】

光学系は、モータによって回転されるポリゴミラーと、f レンズを含み、光源からのレーザ光は、ポリゴミラーで反射され、その反射光は f レンズにより感光体ドラム面上を走査する、請求項 1 ないし 9 いずれか 1 つに記載の光情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表面発光型半導体レーザ素子を用いた光情報処理装置に関し、特に、複写機やプリンタなどの画像形成装置における大口径の表面発光型半導体レーザ素子の利用に関する。 40

【背景技術】

【0002】

表面発光型半導体レーザ素子 (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser diode:以下、VCSEL と称する) は、半導体基板の主表面側から光を放出するタイプのレーザダイオードである。従来より用いられてきた端面発光型の半導体レーザ素子に比べ駆動電流が低い、ウエハレベルでの検査が可能、2次元化が容易、といった特徴を備える。このため光通信、あるいは光を用いて行われるデータ記憶、画像形成など、様々な光情報処理分野 50

で光源としての利用が行われている。

【0003】

VCSELにおいては注入された電流を効率良く活性層に閉じ込めるため、電流狭窄構造が必要とされる。電流狭窄の方法には主にプロトン注入によって高抵抗化領域を形成する方法と、アルミニウムを含む半導体層を選択的に酸化させる方法の2つが用いられるが、近年は後者が主流となりつつある。

【0004】

屈折率導波構造を有する選択酸化型のVCSELは、半導体多層膜がエピタキシャル成長された半導体基板をエッチングして、ポスト構造を形成した後、ポスト側面からAlを含む半導体層を熱的に酸化処理する工程を含んでいる。活性層近傍の半導体多層反射膜の一部であるアルミニウムを含む半導体層を選択的に酸化させ高抵抗化領域を形成すると同時に、この部位の屈折率を低下させ、光導波路を構成している。この強い光閉じ込め効果によって、低しきい値電流、かつ高効率な優れた特性を得ている。

10

【0005】

酸化によって形成される高抵抗化領域の内側の径、すなわち非酸化領域の径は、レーザー光の発振モードを左右する。基本横モード発振（シングルモード）を得るには、非酸化領域の径を概ね4ミクロン以下に狭める必要がある。それよりも大きいと、高次モード発振（マルチモード）に移行する。

【0006】

非酸化領域の径は、モード発振の他にも、静電耐圧や信頼性に影響を及ぼすことが知られている。例えば、非特許文献1によれば、図13Aに示すように、非酸化領域の径と素子が故障するまでの時間の関係が示され、また図13Bに示すように、非酸化領域の径と静電耐圧の関係が示され、非酸化領域の径が小さくなるほど、静電耐圧、あるいは信頼性は低下することがわかる。

20

【0007】

一方、非酸化領域の径が5ミクロン以上であっても、基板表面に細工を施すことで、高次横モード発振でありながらマルチモード発振ではなく、特定のひとつの横モード、すなわちシングルモードでの発振が得られることが特許文献1に開示されている。

【非特許文献1】Bobby M. Hawkings et al., "Reliability of Various Size Oxide Aperture VCSELs", [online], Advanced Optical Components white paper, [平成17年12月9日検索]、インターネット<URL:<http://www.adopco.com/publication/documents/ReliabilityofVariousSizeOxideApertureVCSELs.pdf>>

30

【特許文献1】特開2002-359432号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

例えばレーザープリンタ等の電子写真方式の画像形成装置（走査型露光装置）の光源にVCSELを用いた場合、高解像度を得るためには感光体ドラム面上に小さな発光スポットを結ぶ必要がある。すなわち、VCSELの放射光をレンズで絞る要請から、発光強度分布がガウシアンライクなシングルモード（基本横モード発振）が好ましく、その結果、高解像度のレーザープリンタ等の用途には、非酸化領域の径が概ね4ミクロン以下のVCSELが用いられていた。

40

【0009】

しかしながら、VCSELのポスト部の径は、約20～30ミクロンであり、そのポスト構造から4ミクロン径以下の非酸化領域を形成するためには、酸化深さを正確に制御する必要があり、その制御を行うことはプロセス的に難しく、さらにウエハ毎に径のバラツキが生じ歩留り低下の原因となっていた。

【0010】

また、非酸化領域の径を小さくすればするほど、上記のように静電耐圧および信頼性が劣化するため、素子の劣化速度が高まり、寿命特性が低下する。素子の寿命は、製品の寿

50

命を決するので、交換部品の準備といった余計なコストを誘引する。従って、非酸化領域の径が4ミクロン以下の小口径のシングルモードVCSELを、レーザプリンタ等の画像形成装置の光源に用いることは、コスト高の一因であった。

【0011】

本発明は、上記従来課題を解決するために成されたものであり、大口径のVCSELを光源に用いたコストを低減した光情報処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明に係る光情報処理装置は、光源と、光源からの光を光情報記録媒体に集光する光学系と、該集光されたレーザ光を該光情報記録媒体上で走査する機構とを備え、光源は、レーザ光を出射する少なくとも1つの面発光型半導体レーザ素子を含んでいる。少なくとも1つの面発光型半導体レーザ素子は、垂直共振器構造を構成する第1および第2のミラーの間に活性領域および電流狭窄部を含み、電流狭窄部には電流を狭窄するための約4ミクロンよりも大きい開口部が形成されている。好ましくは、光源は、複数の面発光型半導体レーザ素子が配列されたアレイを含み、面発光型半導体レーザ素子が基板上に1次元または2次元に配列される。

10

【0013】

好ましくは、電流狭窄部はAlを含む半導体層からなり、開口部は、Alを含む半導体層を選択的に酸化した酸化領域によって包囲されている。開口部の平面形状が円形であれば、その直径が4ミクロンよりも大きく、平面形状が矩形であれば、その対角線が4ミクロンよりも大きい。より好ましくは、開口部は8ミクロン以上である。電流狭窄部がポスト構造内に形成されるとき、開口部の形状は、ポスト構造の外形を反映する形状となり、ポスト構造が円柱状であれば開口部の平面形状は円形状であり、ポスト構造が角柱状であれば開口部の平面形状は矩形形状である。こうして、開口部の径を大口径とすることで、電流狭窄部の製造を容易にし、面発光型半導体レーザ素子の歩留まりを向上させコストを低減することができる。

20

【0014】

好ましくは、面発光型半導体レーザ素子は、唯一つの横モードを含むシングルモードで動作される。電流狭窄部の開口部が4ミクロンより大きくなるとマルチモード発振となるが、高次シングルモードであれば、ひとつの横モード発振を得ることができる。これにより、高出力で広がり角の変動の少ない光源を得ることができる。高次シングルモードは、面発光型半導体レーザ素子の出射表面、例えば上部多層反射膜のコンタクト層に複数の孔または溝を加工することにより実現される。

30

【0015】

また、面発光型半導体レーザ素子は、しきい値近傍で動作させるようにしてもよい。電流狭窄部の開口部が4ミクロンより大きくなると、注入電流量の増大と共にマルチモード発振となりやすいが、しきい値近傍で動作させれば、0次モード(基本横モード)のレーザ発振が得られる。しかも、駆動電流をしきい値近傍に固定することで、広がり角の変動も抑制することができる。このようにマルチモード発振しやすい大口径の面発光型半導体レーザ素子であっても、駆動条件を制御することでシングルモード発振と同等の動作が可能となり、光源として利用することができるようになる。またこの場合、光出力もシングルモード発振の面発光型半導体レーザ素子よりも高くなるという利点がある。

40

【発明の効果】

【0016】

本発明の光情報処理装置によれば、電流狭窄部の開口部が約4ミクロンよりも大きなVCSELを光源に用いることで、電流狭窄部の開口部の製造がプロセス的に容易となり、ウエハ毎の開口部のバラツキを低減し、歩留まりを向上させることができる。また、開口部の静電耐圧や信頼性が向上し、ひいては、レーザプリンタ等の光情報処理装置のコスト低下につながる。さらに、開口部の径を大きくすることで、シングルモード発振のみが得られる小口径のVCSELよりも高い光出力を得ることができる。

50

【0017】

一般に、非酸化領域の径が4ミクロンよりも大きい選択酸化型VCSELにおいては、注入電流量の増加と共に高次横モード発振を生じ、広がり角が増大する。これは高次横モードが多くの場合複数の横モード、すなわちマルチモード発振となることに基因する。高次横モードは次数が上がるほど広がり角が大きくなる傾向にあり、マルチモード発振はその重ね合わせとなることから、見かけ上広がり角が増大することになる。

【0018】

ところが非酸化領域の径が4ミクロンより大きくても、基板表面のレーザ出射領域に凹部または窪み施すことで、高次横モード発振でありながらマルチモード発振ではなく、特定のひとつの横モード、すなわちシングルモードでの発振を得られることができる。

10

【0019】

図14Cは、高次シングルモード発振を生ずるVCSELについて、注入電流量と光出力()で示す)、および広がり角()で示す)関係を示したものである。比較のため通常のマルチモードVCSEL(図14B)、並びにシングルモードVCSEL(図14A)において得られた測定結果も示した。なお、ここで、マルチモードVCSELにおける非酸化領域の径は、高次シングルモードVCSELと同じで8ミクロンであり、シングルモードVCSELは3ミクロンである。

【0020】

測定結果からも明らかなように、高次シングルモードVCSELの広がり角は、広い光出力範囲で安定しており、その変化の割合は、シングルモードVCSELと同等となった。例えば、図14Cにおいて、光出力が開始するときの広がり角は約20度であり、光出力がピークとなる約5mWのときの広がり角は約21度であり、その変化量は約5%以下ある。さらに、開口径が大きいことから広がり角の絶対値は、シングルモードVCSELよりもむしろ小さい。したがって基本横モード発振の場合と同様、高次横モード発振でも「小さな発光スポットを結ぶ」ことが可能であることがわかる。

20

【0021】

このように高次シングルモード素子を用いれば、感光体ドラム面上で変化の少ない発光スポットを容易に得ることができるから、歩留り向上と共に特性ばらつきの小さいVCSELが簡便に得られ、安価な走査型露光装置が実現できる。

【0022】

また上記測定結果より、マルチモードVCSELであっても注入電流量をしきい値付近に限定すれば広がり角の変化は小さく保つことが可能であることがわかる。したがって、基板表面に細工を施さなくてもしきい値近傍で上記素子を動作させることで単峰性の発光プロファイルを得ることも可能である。このことはマルチモードVCSELの走査型露光装置への適用可能性を示すものである。

30

【0023】

このように、本発明のVCSELを用いた光情報処理装置によれば、非酸化領域の径が5ミクロン以上、より好ましくは8ミクロン以上の高次シングルモードVCSEL、あるいはマルチモードVCSELを光源に用いることで、素子の静電耐圧、信頼性が飛躍的に改善され、かつ非酸化領域の径のばらつきによる、素子間の特性ばらつきも小さな光情報処理装置が実現可能であり、コスト低減に繋がる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明に係るVCSELを用いた走査型露光装置の実施例を、図面を参照して詳細に説明する。

【実施例】

【0025】

図1は、本発明の実施例に係るVCSELの斜視図である。本実施例のVCSELは、基板10上に角柱状のポスト部30を含み、ポスト部30の頂部の電極開口部40内に複数の孔50a、50b、50c、50d、50eが形成されている。そして、ポスト部3

50

0内のAlAs層(電流狭窄層)20には約8ミクロンの径の非酸化領域が形成されている。このような構成のVCSELは、後述するように、高次シングルモードのレーザ光を出射する。

【0026】

図2および図3は、図1のVCSELの製造方法を示す工程断面図である。まず、図2Aに示すように、有機金属気相成長法(MOCVD法)により、n型のGaAs基板10の(100)面上に、n型の $Al_{0.8}Ga_{0.2}As$ 層とn型の $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$ 層との複数層積層体よりなる下部多層反射膜12と、アンドープの $Al_{0.4}Ga_{0.6}As$ 層よりなる下部スペーサ層14と、アンドープのGaAs層よりなる量子井戸層並びにアンドープの $Al_{0.2}Ga_{0.8}As$ 層よりなる障壁層との積層体である量子井戸活性層16と、アンドープの $Al_{0.4}Ga_{0.6}As$ 層よりなる上部スペーサ層18と、p型のAlAs層20と、p型の $Al_{0.8}Ga_{0.2}As$ 層とp型の $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$ 層との複数層積層体よりなる上部多層反射膜22と、p型のGaAs層よりなるコンタクト層24とを、順次積層形成する。

10

【0027】

下部多層反射膜12および上部多層反射膜22を構成する $Al_{0.8}Ga_{0.2}As$ 層と $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$ 層の各層の厚さは、いずれも $\lambda/4n_r$ (但し、 λ は発振波長、 n_r は媒質の屈折率)である。なお上部多層反射膜22は、最上層にコンタクト層24、最下層にAlAs層20を加えて構成される。

【0028】

下部スペーサ層14の下面から上部スペーサ層18の上面までの膜厚は全体で λ/n_r の整数倍であり、その間に定在波が立つ。そして光強度の最も強い、定在波の所謂「腹」の部分が、量子井戸活性層の位置に来る設計となっている。

20

【0029】

次に、図2Bに示すように、基板上面にエッチング時のマスク材料となるSiON26を堆積した後、フォトリソグラフィを使ってレジスト28を堆積し、所望の形状に加工する。これをエッチングマスクとして $BCl_3:Cl_2$ を原料ガスとする反応性イオンエッチングを行い、図2Cに示すように、少なくともAlAs層20が露出するまで掘り下げポスト部30を形成する。

【0030】

つづいて窒素をキャリアガス(流量:2リットル/分)とする340℃の水蒸気雰囲気中に15分間晒す。AlAs層20は上部多層反射膜の主成分である $Al_{0.8}Ga_{0.2}As$ 層や $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$ 層に比べ著しく速い酸化速度を有するから、活性領域の直上部分がポスト外周部から酸化され、図2Dに示すように、ポスト形状を反映した絶縁領域(電流狭窄部)32が形成される。酸化されずに残った非酸化領域34は電流注入領域となる。ここでは直径約8ミクロンの非酸化領域を形成した。

30

【0031】

次に、図3Eに示すように、表面保護膜となる SiN_x 36を堆積した後、ポスト形成時にエッチングマスクとして使用したSiON26と共に一部を除去して、ポスト部30の頂部のコンタクト層24を露出させ、さらに図3Fに示すように、ポスト頂部の中央領域に矩形のレジスト構造物38を形成する。そして、上方より電子ビーム蒸着にてAu、Zn、Auを連続的に堆積し、レジスト構造物38を除去すると、上面に堆積していたAu、Zn、Auが共に取り除かれ(リフトオフ)、ポスト頂部にはp側電極11と共に電極開口部40が形成される。

40

【0032】

この後、図3Gに示すように、電極開口部40内に集束イオンビーム(FIB)加工装置を用いて5つの孔50a~50eを形成する。1つの孔50aは電流注入領域の中心位置に相当する上方の多層反射膜表面に形成し、残りの4つの孔50b~50eは電流注入領域のコーナー部に形成した。ここでは、各孔50a~50eの径は約0.5ミクロンとし、深さは上部多層反射膜22に達する深さ約0.5ミクロンとした。

50

【0033】

最後に、図3Hに示すように、基板裏面側にAu-Ge/Ni/Auを蒸着し、340の窒素雰囲気下で熱処理を10分間行い、これをn側電極13として、図1に示すVCSELが完成した。

【0034】

図4Aは、VCSELを上方から見た図である。5つの丸い孔50a~50eを形成することで、図4Bに示すように4つの発光スポット60a~60dが得られる。図4Cは図4AのVCSELのA-A線断面図である。

【0035】

このようにして得られたVCSELの光出力-注入電流(L-I)特性および近視野像を図5に示す。光出力は実線、直列抵抗は一点鎖線、印加電圧は破線で各々表されている。すべての電流注入域で安定なLP₂₁モードの発振が得られ、光出力は最大で3.8mW、直列抵抗は光出力3mW時に80となった。

【0036】

図6は、同一の非酸化領域34の径を有し、表面加工を行なわなかったVCSEL(以下、孔なしVCSELと称する。)と表面加工を行って5つの丸い孔50a~50eを形成したVCSEL(以下、孔有りVCSELと称する。)とでL-I特性を比較したものである。表面加工によって共振器損失が増え、しきい値電流が上昇すると共に光出力も2/3程度に低下している。

【0037】

図7は、孔なしVCSELと孔有りVCSELのそれぞれに対し、注入電流3mA、7mA、10mA時の発振スペクトルを示したものである。孔なしVCSELでは注入電流3mAで既にLP₀₁、LP₁₁、LP₂₁の各モードに対応したスペクトルが観察され、マルチモード発振していることが確認できる。これに対し孔有りVCSELでは、注入電流3から10mAの間でLP₁₁とLP₂₁のモード間でのスペクトル強度比は30dBを超え、LP₂₁モードによる発振が維持されていることがわかる。

【0038】

以上示した例では5つの孔を開けてLP₂₁モードを得たが、これ以外にも基板表面の加工パターンを変更することで他の高次横モードを得ることが可能である。例えば、図8Aに示すように、9つの孔51a~51iを設けることにより、図8Bに示すような発光スポット61a~61hからなるLP₄₁モードを得ることもできる。

【0039】

図1に示すVCSELは、基板上に1つのポスト部(発光部)が形成されたシングルスポット型のレーザであるが、これ以外にも、基板上に複数のポスト部(発光部)が形成されたマルチスポット型のVCSELアレイとすることも可能である。光源に高い光出力を要する場合には、マルチスポット型のVCSELが用いられる。

【0040】

図9は、マルチスポット型のVCSELアレイを駆動する回路の構成を示す図である。レーザダイオード・ドライバ(LDD)200は、入力された駆動制御信号にตอบสนองして基板上に形成された複数のポスト部202-1~202-nに対して同一の駆動信号210を供給する。この駆動信号210は、VCSELのp側電極11とn側電極13に供給される。各ポスト部202-1~202-nは、同時に駆動され、ポスト頂部の電極開口部40から基板と垂直方向に複数のレーザ光が同時に射出される。LDD200の駆動信号210は、光信号に変換され、全体として1つの光信号として、例えば、感光体ドラム面上を走査したり、光ファイバ等に入射される。

【0041】

図10は、VCSELを実装したパッケージの構成を示す断面図である。パッケージ300は、単一もしくは複数のVCSELが形成されたチップ310を、導電性接着剤320を介して円盤状の金属ステム330上に固定する。導電性のリード340、342は、ステム330に形成された貫通孔(図示省略)内に挿入され、一方のリード340は、チ

チップ310の裏面に形成されたn側電極に電氣的に接続され、他方のリード342は、チップ310の表面に形成されたp側電極にボンディングワイヤ等を介して電氣的に接続される。

【0042】

チップ310を含むステム330上に矩形の中空のキャップ350が固定され、キャップ350の中央の開口内にボールレンズ360が固定されている。ボールレンズ360の光軸は、チップ310のアレイのほぼ中心と一致するように位置決めされる。リード340、342間に順方向の電圧が印加されると、チップ310のポスト部からレーザ光が出射される。チップ310とボールレンズ360との距離は、チップ310からのレーザ光の放射角度内にボールレンズ360が含まれるように調整される。なお、キャップ内に、VCSELの発光状態をモニターするための受光素子を含ませるようにしてもよい。

10

【0043】

図10は、他のパッケージの構成を示す図である。同図に示すパッケージ302は、ボールレンズ360を用いる代わりに、キャップ350の中央の開口内に平板ガラス362を固定している。平板ガラス362の中心は、チップ310のほぼ中心と一致するように位置決めされる。チップ310と平板ガラス362との距離は、平板ガラス362の開口径がチップ310からのレーザ光の放射角度以上になるように調整される。

【0044】

図11は、電子写真式画像形成装置の一部を構成する走査型露光装置400の構成を示す概略図である。VCSELチップを含むVCSELパッケージ300は、図示しない筐体に固定され、駆動回路と接続される。VCSELチップより出射されたレーザ光は、集光光学系410を通過してその先に設置されたハーフミラー420により分岐され、一部はモニタ用フォトダイオード430へ、残りはポリゴンミラー440へと導かれる。モニタ用フォトダイオード430は、出射光の光出力値を検出し、VCSELの発光状態を確認するためのものである。

20

【0045】

ポリゴンミラー440は、下部に回転モーター450を備え、毎分1万回を超える高速で回転し、レーザ光をf レンズ460、反射ミラー470を介して円筒形の感光体ドラム480の表面上へと導く。通常のレンズの歪曲特性は、像高をy、焦点距離をf、画角を θ とすれば次式で表される。

30

【数1】

$$y = f \cdot \tan \theta \quad \cdot \cdot \cdot \text{式(1)}$$

【0046】

これに対し、歪曲特性が $y = f \cdot \theta$ となるよう設計されたレンズをf レンズという。ポリゴンミラーによって反射されたレーザ光は、モーターの回転数が一定なら等角度運動するが、このレンズを透過したレーザ光は、感光体ドラムの面上において走査速度が一定(等速度運動)となるよう変換される。

【0047】

感光体ドラム480へ導かれたレーザ光に基づき潜像を形成(露光工程)した後、現像、転写、定着の各工程を経て電子写真式の複写機、レーザプリンタが実現される。

40

【0048】

大口径の孔なしVCSELを用いた場合、マルチモード発振の結果として注入電流量の変化と共に広がり角が大きく変化することは避けられない。しかし、孔有りVCSELの場合、高次横モードの発振ではあっても特定の横モード、つまりシングルモードの発振が得られるから、マルチモード発振時に比べ広がり角の変化は僅かであり、感光体ドラム面上で光スポットを安定化させ、なおかつ十分に小さく絞ることができるようになる。

【0049】

なお実施例は、ポスト頂部に細工を施し、高次モードでありながらシングルモードのV

50

CSELを光源に使用する例を示したが、電極開口部40の表面を加工していない大口径の孔なしVCSELを光源に利用することも可能である。上述の通り動作範囲は狭いものの、ポスト頂部に細工を施していない通常の大口径VCSELでも注入電流域をしきい値付近に限定すれば変化の小さい広がり角を得ることはできる。VCSELをしきい値近傍で駆動することより、レーザ光に0次モード(基本横モード)のみを生じさせ、マルチモードの短所である駆動電流の変化に伴い広がり角の変化を抑制しつつ、マルチモードの長所である高光出力を得ることができる。この場合、上記したLDD200によりVCSELの駆動電流を制御する。但し、この場合に得られる光出力の範囲も限定的なものとなり、光強度変調を伴う用途には適さない。

【0050】

上記実施例は例示的なものであり、これによって本発明の範囲が限定的に解釈されるべきものではなく、本発明の構成要件を満足する範囲内で他の方法によっても実現可能であることは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明に係る半導体レーザ素子を用いた光情報処理装置は、装置のコスト低減に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の実施例に係るVCSELの斜視図である。

【図2】図2Aないし2Dは、本実施例に係るVCSELの製造方法を示す工程断面図である。

【図3】図3Eないし3Hは、本実施例に係るVCSELの製造方法を示す工程断面図である。

【図4】図4Aは本実施例に係るVCSELの上面図、4BはVCSELの発光パターンを表す図、4Cは4AのA-A線断面図である。

【図5】孔有りVCSELにおいて得られた光出力-注入電流特性および近視野像示す図である。

【図6】孔有りVCSELと孔なしVCSELのL-I特性を比較した図である。

【図7】孔なしVCSELと孔有りVCSELそれぞれの発振スペクトルを示す図である

【図8】図8Aは頂部に形成した孔の一例を示す図、図8Bは発光パターンの一例を示す図である。

【図9】VCSELアレイを駆動する回路構成例を示す図である。

【図10】VCSELアレイを実装したパッケージの構成を示す模式図である。

【図11】VCSELアレイを実装した他のパッケージの構成を示す模式図である。

【図12】本実施例に係る大口径VCSELを用いた電子写真式画像形成装置の構成を示す模式図

【図13】図13Aは酸化開口径と信頼性に関するデータ、図13Bは酸化開口径と静電耐圧に関するデータである。

【図14】図14AはシングルモードVCSELの広がり角と光出力に関するデータ、図14BはマルチモードVCSELの広がり角と光出力に関するデータ、図14Cは高次シングルモードVCSELの広がり角と光出力に関するデータである。

【符号の説明】

【0053】

10 : 基板	11 : p側電極
12 : 下部多層反射膜	13 : n側電極
14 : 下部スペーサ層	16 : 量子井戸活性層
18 : 上部スペーサ層	20 : AlAs層
22 : 上部多層反射膜	24 : コンタクト層

10

20

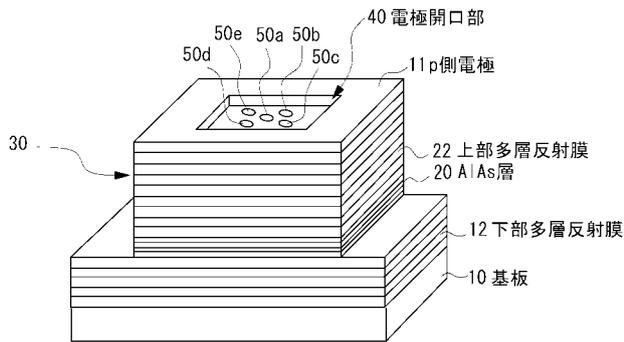
30

40

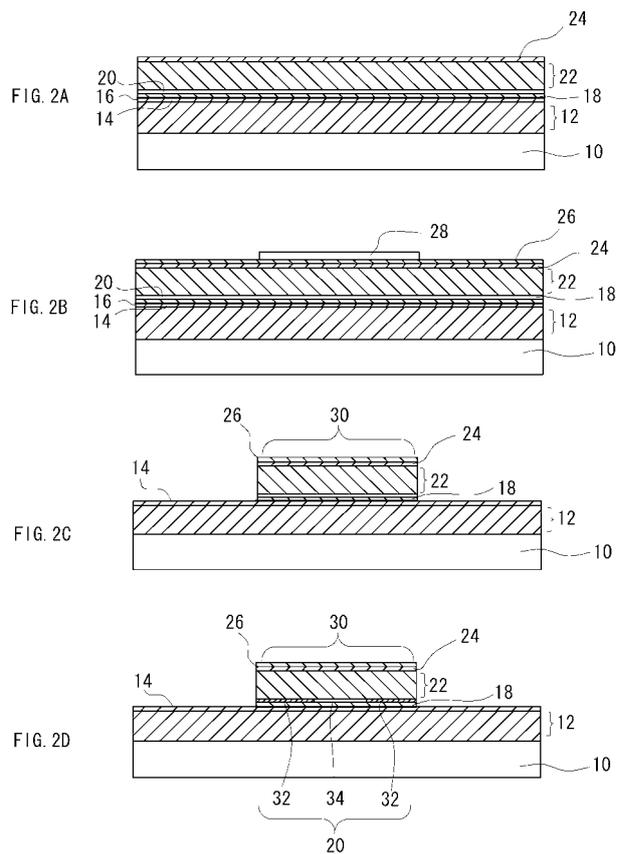
50

- 26 : SiON
- 32 : 電流狭窄部
- 36 : SiNx
- 40 : 電極開口部
- 50a, 50b, 50c, 50d, 50e, : 孔
- 51a ~ 51i : 孔
- 60a, 60b, 60c, 60d : 発光スポット
- 61a ~ 61h : 発光スポット
- 310 : VCSELチップ
- 400 : 走査型露光装置
- 420 : ハーフミラー
- 440 : ポリゴンミラー
- 460 : f レンズ
- 480 : 感光体ドラム
- 30 : ポスト部
- 34 : 非酸化領域
- 38 : レジスト構造物
- 300 : VCSELパッケージ
- 320 : サブマウント
- 410 : 集光光学系
- 430 : モニタ用フォトダイオード
- 450 : 回転モーター
- 470 : 反射ミラー

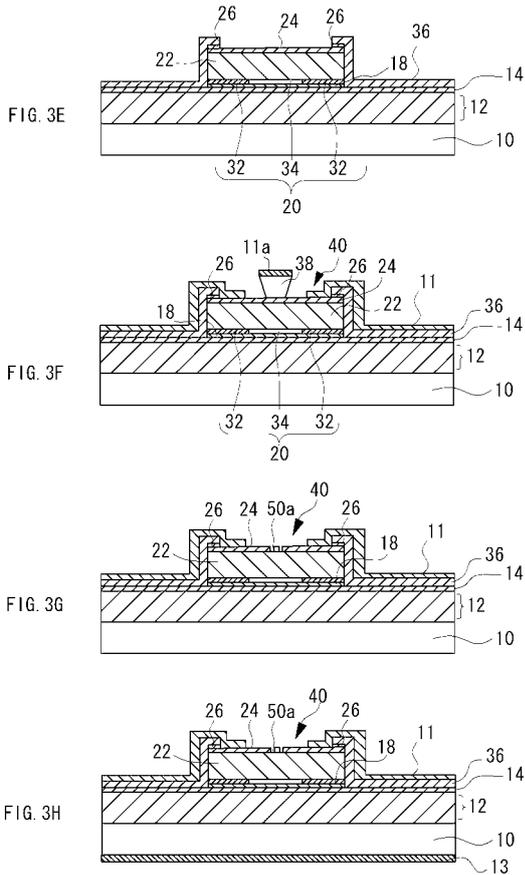
【 図 1 】



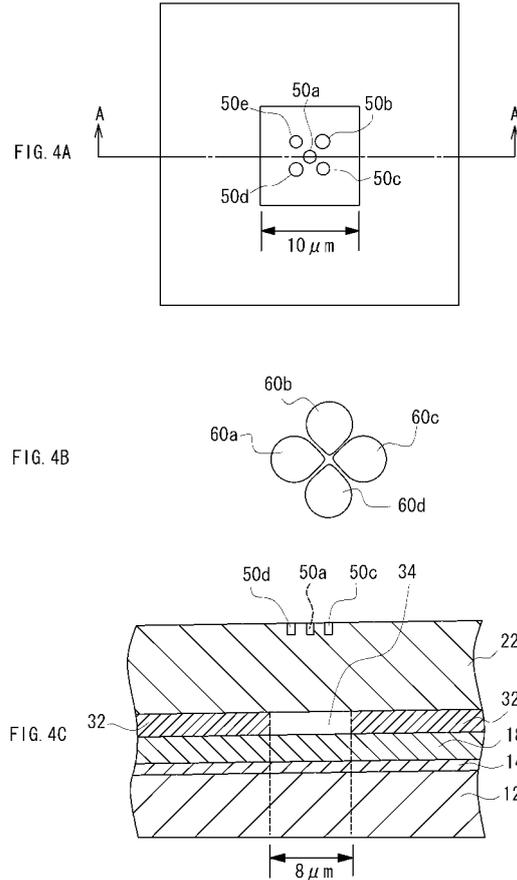
【 図 2 】



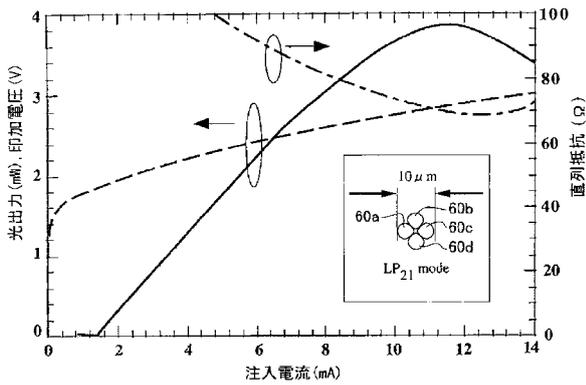
【 図 3 】



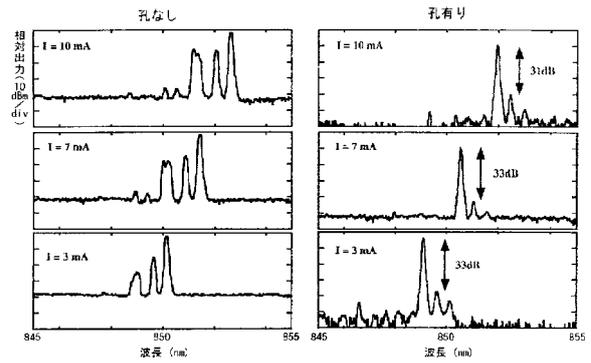
【 図 4 】



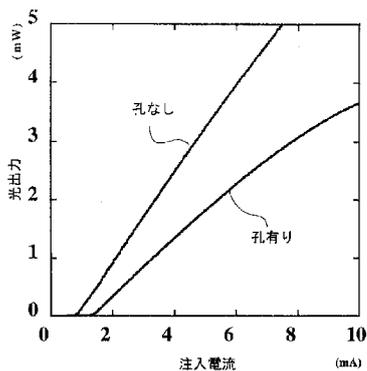
【 図 5 】



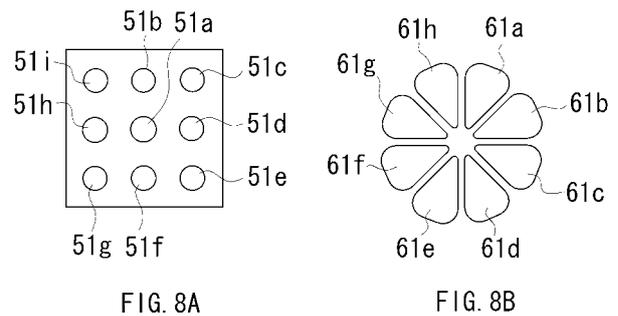
【 図 7 】



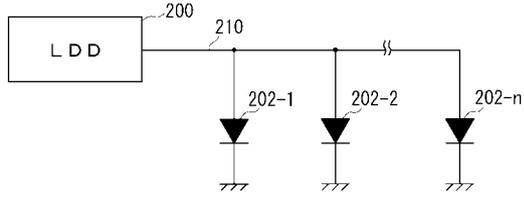
【 図 6 】



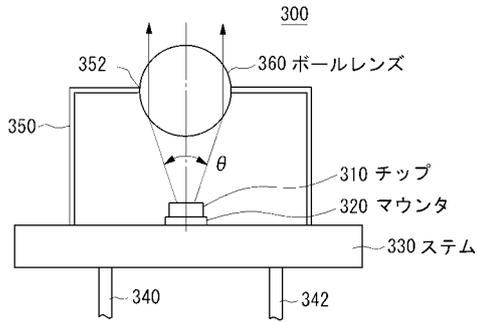
【 図 8 】



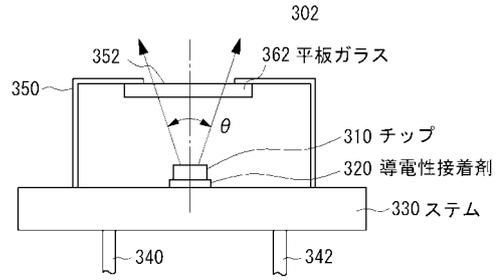
【 図 9 】



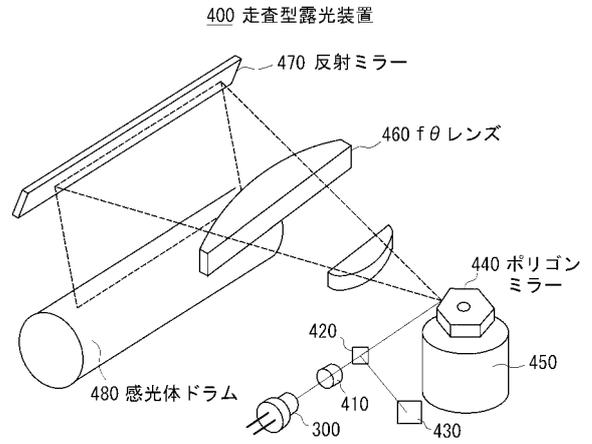
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】

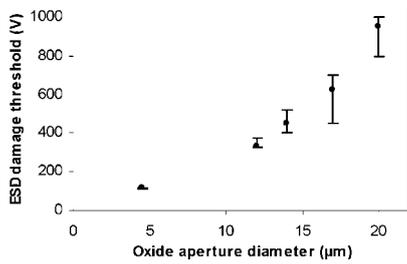


【 図 13 】

FIG. 13A

Oxide Diameter	Life Test Current	Device-Hours	Tested	Failed
17 μm	20-32 mA	3,513,657	2,898	622
12-14 μm	15-30 mA	315,385	409	144
5 μm	3.5-7 mA	884,992	843	387

FIG. 13B



【 図 14 】

FIG. 14A

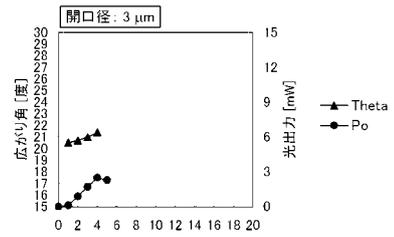


FIG. 14B

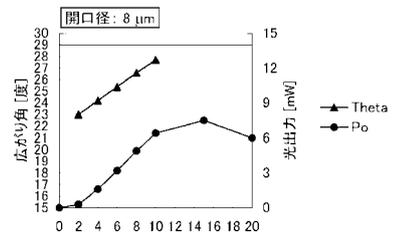


FIG. 14C

