

(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2007-294744

(P2007-294744A)

(43) 公開日 平成19年11月8日(2007.11.8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1S 5/026 (2006.01)	HO1S 5/026 610	5F173
HO1S 5/183 (2006.01)	HO1S 5/183	
HO1S 5/343 (2006.01)	HO1S 5/343	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2006-122309 (P2006-122309)	(71) 出願人	000006747 株式会社リコー
(22) 出願日	平成18年4月26日 (2006. 4. 26)	(74) 代理人	100102901 弁理士 立石 篤司
		(72) 発明者	佐藤 俊一 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
		Fターム(参考)	5F173 AC03 AC13 AC35 AC42 AC52 AD04 AF03 AF05 AF96 AH06 AP05 AP33 AP42 AP54 AP67 AP77 AR93

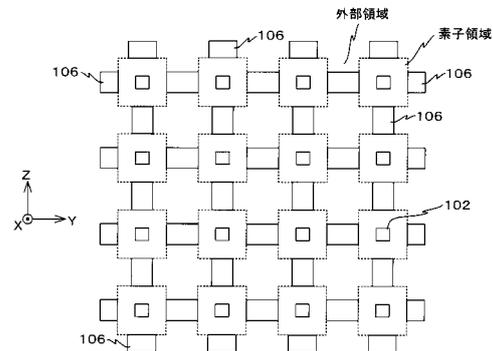
(54) 【発明の名称】 面発光レーザーアレイ、光走査装置及び画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】熱干渉の増加を伴うことなく、複数の面発光レーザー素子を高密度に配置することができる面発光レーザーアレイを提供する。

【解決手段】各VCSELは、VCSEL以外の領域(外部領域)と、部分的に積層方向(X軸方向)に直交する方向にエピ部を介して繋がっており、従来の周囲を完全に溝で取り囲まれたメサ状のVCSELアレイに比較して、積層方向に直交する方向への放熱が大きくなり、各VCSELの温度上昇を低減することができる。また、1つのVCSELが複数の溝106で囲まれているので、1つの溝で囲まれている場合に比べて、エピ部を介して外部領域と繋がっている割合を高めることができる。しかも、隣接するVCSELとは1つの溝で分離されているので、高密度に配置するとともに、隣接するVCSELへの熱干渉はメサ状のアレイと同様に低く抑えることができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化可能層を含む複数の半導体層が基板上に積層されている積層体に、前記酸化可能層が部分的に酸化された電氣的絶縁領域で囲まれた導電領域を有する複数の素子領域を二次元的に形成して、複数の面発光レーザー素子が集積されている面発光レーザーアレイにおいて、

前記複数の素子領域における各素子領域の周囲には、前記基板に向かう方向を深さ方向とし、前記酸化可能層が内部側面に現れている少なくとも2つの凹部がそれぞれ設けられ、各凹部は、前記複数の素子領域における互いに近接する2つの素子領域の間にそれぞれ設けられていることを特徴とする面発光レーザーアレイ。

10

【請求項 2】

前記複数の素子領域に対応して複数のボンディングパッドが設けられており、

前記複数の素子領域は、それぞれ少なくとも1つの凹部の上を通る配線によって対応するボンディングパッドと繋がれていることを特徴とする請求項 1 に記載の面発光レーザーアレイ。

【請求項 3】

前記配線がその上を通る凹部にのみ絶縁物が埋め込まれていることを特徴とする請求項 2 に記載の面発光レーザーアレイ。

【請求項 4】

前記複数のボンディングパッドは、前記基板に向かう方向を深さ方向とする凹部に埋め込まれた絶縁物上にそれぞれ設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の面発光レーザーアレイ。

20

【請求項 5】

複数の光ビームによって被走査面上を走査する光走査装置において、

前記複数の光ビームを発する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の面発光レーザーアレイを備えていることを特徴とする光走査装置。

【請求項 6】

少なくとも1つの走査対象物と；

前記少なくとも1つの走査対象物に対して画像情報が含まれる複数の光ビームを走査する少なくとも1つの請求項 5 に記載の光走査装置と；

30

前記少なくとも1つの走査対象物に形成された像を転写対象物に転写する転写装置と；を備える画像形成装置。

【請求項 7】

前記画像情報は、カラー画像情報であることを特徴とする請求項 6 に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、面発光レーザーアレイ、光走査装置及び画像形成装置に係り、さらに詳しくは、複数の面発光レーザー素子が二次元的に集積して形成されている面発光レーザーアレイ、該面発光レーザーアレイを有する光走査装置及び該光走査装置を備える画像形成装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

電子写真の画像記録において、高精細な画像品質を得るための画像形成手段として、レーザー光を用いた画像形成方法が広く用いられている。電子写真の場合、感光性を有するドラムの軸方向に、ポリゴンミラーを用いてレーザー光を走査（主走査）しつつ、ドラムを回転（副走査）させて、潜像を形成する方法が一般的である。このような電子写真分野では画像の高精細化及び出力の高速化が求められている。画像の高精細化については、画像の解像度が2倍になった場合、主走査・副走査ともに2倍の時間が必要となるため、画像出

50

力時においては4倍の時間が必要となる。従って画像の高精細化を実現するには、画像出力の高速化も同時に達成する必要がある。

【0003】

画像出力の高速化を実現するための方法として、レーザの高出力化、マルチビーム化、感光体の高感度化などが考えられる。なかでも、高速出力機においてはマルチビーム化された書込み光源を用いるのが一般的となっている。1本のレーザ光を用いた場合と比較して、 n 本のレーザ光を同時に用いた場合、潜像形成領域は n 倍となり、画像形成に必要な時間は $1/n$ となる。

【0004】

1つのチップに複数の発光光源を有する素子が特許文献1及び特許文献2に開示されている。特許文献1及び特許文献2に開示されている各素子は、複数の端面発光型半導体レーザが一次元配置された構成である。これらの場合には、ビーム数が多くなると消費電力が大きくなり、冷却システムが新規に必要となるため、コスト上、4ビーム若しくは8ビーム程度が限界である。

10

【0005】

また、ビーム数を極端に増やすと、一次元配置であるため、光学系の光学素子の光軸に対するビームのずれ量が大きくなり、ビームの光学特性が劣化する。

【0006】

一方、面発光レーザ（垂直共振器型面発光レーザ、VCSEL）は基板に対して垂直方向に光を出射する半導体レーザであり、二次元集積化が容易である。さらに消費電力は端面発光型半導体レーザに比べて一桁程度小さく、より多くの光源を二次元集積するのに有利である。

20

【0007】

複数の発光素子が二次元に配列された発光素子アレイが特許文献3に開示されている。また、面発光レーザアレイを有する画像形成装置が特許文献4に開示されている。また、複数の光源を有する面発光レーザを備えた光走査装置が特許文献5に開示されている。また、VCSELアレイのレーザプリンタへの応用が非特許文献1に開示されている。非特許文献1に開示されているVCSELアレイ（図23参照）は、 8×4 の二次元配列された32個のVCSELを有しており、各VCSELは、その周囲全体をエッチングしメサ状とした酸化狭窄型のVCSELである。配線は各VCSEL間を通過してエリア外（アレイ周辺）のボンディング用のパッド（図示省略）に接続されている。

30

【0008】

非特許文献1に開示されているVCSELアレイでは、複数のVCSELが、副走査方向（ドラム回転方向）には等間隔 d で配置され、主走査方向（ドラム長手方向）には等間隔 X で配置され、かつ、各VCSELの中心から副走査方向に垂線を下ろした時の副走査方向における各VCSELの位置関係が等間隔 $C (= d/n)$ となるように配置されている。これにより $2400dpi$ （ドット/インチ）という高密度での書込みを実現している。

【0009】

また、複数のレーザ構造部を有する表面発光レーザが特許文献6に開示されている。この表面発光レーザは、1つのレーザ構造部に対し複数の円筒形キャビティを形成し、そこから酸化層を酸化することでレーザアパーチャを取り囲むように酸化領域を形成している。なお、隣り合うレーザ構造部同士は、エピタキシャル成長による複数の半導体層（いわゆるエピ部）が繋がった状態で隣接している。

40

【0010】

また、VCSELアレイが特許文献7に開示されている。このVCSELアレイでは、1つのVCSELに対し一つの半環状のグループを形成し、そこからAlAs層を酸化することでアパーチャを取り囲むように酸化領域を形成している。なお、隣り合うVCSELの間には、2つのグループと、エッチングされていないエピ部が存在する。

【0011】

50

【特許文献1】特開平11-340570号公報

【特許文献2】特開平11-354888号公報

【特許文献3】特開2002-314191号公報

【特許文献4】特開2005-274755号公報

【特許文献5】特開2005-234510号公報

【特許文献6】特許第3162333号公報

【特許文献7】EP0905835A1号公報

【非特許文献1】植木伸明、他4名、「VCSELアレイのレーザプリンタへの応用」、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会、CS-3-4、2004年

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

非特許文献1に開示されているVCSELアレイは、各VCSELの周囲全体がエッチングされたいわゆるメサ状であるため、各VCSELの動作時に活性層で発生した熱は主に活性層下方に放熱され、横方向の放熱が不十分である。しかも、VCSEL数が32と多く、さらにこれらが高密度に集積されているので、周囲のVCSELへの熱干渉の問題は重大であり、点灯数によって出力が変化したり、VCSELの劣化を抑えるために低い出力で使用せざるを得ないという不都合があった。面発光レーザ素子の場合には、特に高出力化が大きな課題となるので、切実な問題となる。

【0013】

20

また、特許文献6に開示されている表面発光レーザは、レーザ構造部と周辺部とはエピ部が繋がっており、横方向への放熱も非特許文献1に開示されているVCSELアレイに比べ大きく、放熱効果は高い。しかしながら、隣り合うレーザ構造部の間にはエッチングによる溝はなく、エピ部が繋がった状態で隣接しており、隣接するレーザ構造部への熱干渉の度合いは高くなってしまふ。

【0014】

また、特許文献7に開示されているVCSELアレイは、VCSEL部分とVCSEL以外の部分とを繋ぐエピ部が少ないため、横方向への放熱が小さい。また、特許文献7に開示されているVCSELアレイは、隣接するVCSELへの熱干渉の度合いは小さいが、隣り合うVCSELの間に、2つのグループとエッチングされていないエピ部が残っているため、VCSEL間隔を狭くするには適さず、高密度に複数のVCSELを配置するのは困難である。

30

【0015】

本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第1の目的は、熱干渉の増加を伴うことなく、複数の面発光レーザ素子を高密度に配置することができる面発光レーザアレイを提供することにある。

【0016】

また、本発明の第2の目的は、被走査面上を高密度及び高速で走査することができる光走査装置を提供することにある。

【0017】

40

また、本発明の第3の目的は、高精細な画像を高速で形成することができる画像形成装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明は、第1の観点からすると、酸化可能層を含む複数の半導体層が基板上に積層されている積層体に、前記酸化可能層が部分的に酸化された電氣的絶縁領域で囲まれた導電領域を有する複数の素子領域を二次元的に形成して、複数の面発光レーザ素子が集積されている面発光レーザアレイにおいて、前記複数の素子領域における各素子領域の周囲には、前記基板に向かう方向を深さ方向とし、前記酸化可能層が内部側面に現れている少なくとも2つの凹部がそれぞれ設けられ、各凹部は、前記複数の素子領域における互いに近接

50

する2つの素子領域の間にそれぞれ設けられていることを特徴とする面発光レーザアレイである。

【0019】

これによれば、素子領域と素子領域以外の領域とが複数の半導体層（エピ部）を介して繋がっているため、積層方向に直交する方向（横方向）への放熱が大きくなり、各素子領域の温度上昇を低減することができる。また、電氣的絶縁領域で囲まれた導電領域を1つ形成するための少なくとも2つの凹部が設けられているため、特許文献7に開示されているVCSELアレイのように1つの凹部が設けられている場合に比べて、素子領域以外の領域と繋がっているエピ部の割合を高くすることができる。すなわち、放熱性を向上させることができる。さらに、隣接する素子領域は、1つの凹部のみで分離されているので、複数の素子領域を高密度に配置できるとともに、隣接する素子領域への熱干渉を抑えることができる。従って、熱干渉の増加を伴うことなく、複数の面発光レーザ素子を高密度に配置することが可能となる。

10

【0020】

本発明は、第2の観点からすると、複数の光ビームによって被走査面上を走査する光走査装置において、前記複数の光ビームを発する本発明の面発光レーザアレイを備えていることを特徴とする光走査装置である。

【0021】

これによれば、本発明の面発光レーザアレイを有しているため、被走査面上を高密度及び高速で走査することが可能となる。

20

【0022】

本発明は、第3の観点からすると、少なくとも1つの走査対象物と；前記少なくとも1つの走査対象物に対して画像情報が含まれる複数の光ビームを走査する少なくとも1つの本発明の光走査装置と；前記少なくとも1つの走査対象物に形成された像を転写対象物に転写する転写装置と；を備える画像形成装置である。

【0023】

これによれば、少なくとも1つの本発明の光走査装置を備えているため、高精細な画像を高速で形成することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

《第1の実施形態》

以下、本発明の第1の実施形態を図1～図10に基づいて説明する。図1には、本発明の第1の実施形態に係る面発光レーザアレイ100の概略構成が示されている。

30

【0025】

この面発光レーザアレイ100は、一例として16個の面発光レーザ素子（VCSEL）が二次元配列されている面発光レーザアレイである。ここでは、16個のVCSELは、Z軸方向を行方向、Y軸方向を列方向とするマトリクス状に4×4配列されている。16個のVCSELの周囲には、各VCSELに対応して16個のボンディングパッド105が設けられている。そして、各VCSELは、その上部電極（p側個別電極）103とボンディングパッド105とが配線104を介して接続されている。なお、各上部電極103の中央の開口領域は、光出射部102である。

40

【0026】

また、図1の面発光レーザアレイ100から、各ボンディングパッド105、各配線104、及び各上部電極103を除去したときの状態が図2に示されている。各素子領域の±Z側及び±Y側にはそれぞれ溝（凹部）106が設けられている。すなわち、各素子領域の周囲には、4つの溝106がそれぞれ設けられ、Z軸方向及びY軸方向に互いに隣接する2つの素子領域の間には、1つの溝106が存在することとなる。

【0027】

面発光レーザアレイ100の一部を拡大した図が、図3に示されている。そして、図3におけるA-A断面図が図4に示されている。また、図4の一部を拡大した図が、図

50

5 に示されている。

【0028】

各 VCSEL は、780 nm 帯の VCSEL であり、図 4 に示されるように、n GaAs 基板 111 上に、下部反射鏡 112、スペーサ層 113、活性層 114、スペーサ層 115、上部反射鏡 117、及び p コンタクト層 118 などの半導体層が、順次積層されている。なお、以下では、これら複数の半導体層が積層されているものを、便宜上「積層体」ともいう。

【0029】

下部反射鏡 112 は、n - Al_{0.9}Ga_{0.1}As からなる低屈折率層 112a と n - Al_{0.3}Ga_{0.7}As からなる高屈折率層 112b とをペアとして、40.5 ペア 10
有している。各層はいずれも、発振波長を λ とすると $\lambda/4$ の光学厚さとなるように設定されている。なお、低屈折率層 112a と高屈折率層 112b との間には、電気抵抗を低減するため、一方の組成から他方の組成へ向かって組成を徐々に変化させた組成傾斜層（図示省略）が設けられている。

【0030】

スペーサ層 113 は、Al_{0.6}Ga_{0.4}As からなる層である。

【0031】

活性層 114 は、Al_{0.12}Ga_{0.88}As からなる量子井戸層 114a と Al_{0.3}Ga_{0.7}As からなる障壁層 114b を有している。

【0032】

スペーサ層 115 は、Al_{0.6}Ga_{0.4}As からなる層である。 20

【0033】

スペーサ層 113 と活性層 114 とスペーサ層 115 とからなる部分は、共振器構造体と呼ばれており、1 波長光学厚さとなるように設定されている。

【0034】

上部反射鏡 117 は、p - Al_{0.9}Ga_{0.1}As からなる低屈折率層 117a と p - Al_{0.3}Ga_{0.7}As からなる高屈折率層 117b とをペアとして、24 ペア有している。各屈折率層はいずれも、 $\lambda/4$ の光学厚さとなるように設定されている。なお、低屈折率層 117a と高屈折率層 117b との間には、電気抵抗を低減するため、一方の組成から他方の組成へ向かって組成を徐々に変化させた組成傾斜層（図示省略）が設けら 30
れている。

【0035】

上部反射鏡 117 における共振器構造体から $\lambda/4$ 離れた位置には、AlAs からなる被選択酸化層 116 が設けられている。

【0036】

《製造方法》

次に、面発光レーザアレイ 100 の製造方法について簡単に説明する。

【0037】

(1) 上記積層体を有機金属気相成長法 (MOCVD 法) あるいは分子線結晶成長法 (MBE 法) を用いた結晶成長によって作成する。 40

【0038】

(2) ドライエッチング法により素子領域となる領域の四方 ($\pm Z$ 側及び $\pm Y$ 側) に、例えば深さ 4.5 μm の溝 106 を形成する (図 6 参照)。エッチング底面は少なくとも被選択酸化層 116 を超えたところに設ける。すなわち、被選択酸化層 116 が溝 106 の内部側面に現れることとなる。なお、エッチング底面が下部反射鏡 112 中に達するようにしても良い。また、積層体の周囲にも溝を形成する。

【0039】

(3) エッチングによる溝形成工程により側面が露出した被選択酸化層 116 を、水蒸気中で熱処理し周辺を酸化させ Al_xO_y の絶縁物層に変え、素子駆動電流の経路を中心部の酸化されていない AlAs 領域だけに制限する電流狭窄構造を形成する。通常、素子領 50

域は周囲全体を溝で囲まれたメサ状とするのに対し、本実施形態では4つの溝から酸化することで電氣的絶縁領域（選択酸化狭窄領域）を形成し、電氣的絶縁領域で囲まれた導電領域（電流注入部）を有した構造としている（図7参照）。

【0040】

(4) 各素子領域を互いに電氣的に分離するために素子領域と素子領域の間（図8における素子領域を示す破線とその外側の破線との間）の領域にプロトンイオンを注入する（図8参照）。

【0041】

(5) 各素子領域上の上部電極103が形成される領域及び光出射部102を除いて、例えば厚さ150nmのSiO₂保護層120を設け、さらに各溝106にポリイミド119を埋め込んで平坦化する（図9参照）。 10

【0042】

(6) 各素子領域におけるpコンタクト層118上の光出射部102を除いた領域に上部電極103をそれぞれ形成し、積層体の周辺に各ボンディングパッド105を形成する。そして、各上部電極103とそれぞれに対応するボンディングパッド105とを繋ぐ各配線104を形成する。この場合、各配線104は、図10に示されるように、その一部が、少なくとも1つのポリイミド119が埋め込まれた溝106上を通るように形成される。

【0043】

(7) 積層体裏面（-X側の面）に下部電極（n側共通電極）110を形成する。 20

【0044】

本第1の実施形態におけるアレイ配置を形成する方法は、本第1の実施形態のアレイ配置に沿ったフォトリソグラフィを形成し、通常のリソグラフィ工程によりエッチング用マスクを形成し、エッチングすることで形成できる。各溝106の幅は、少なくとも5μm程度とすることが好ましい。あまり狭いとエッチングの制御が難しくなるからである。

【0045】

以上説明したように、本第1の実施形態に係る面発光レーザアレイ100によると、各VCSELは、VCSEL以外の領域（以下、便宜上「外部領域」という）と、部分的に積層方向（X軸方向）に直交する方向（横方向）にエピ部を介して繋がっており、従来の周囲を完全に溝で取り囲まれたメサ状のVCSELアレイに比較して、積層方向に直交する方向への放熱が大きくなり、各VCSELの温度上昇を低減することができ、長寿命化が可能となる。また、1つのVCSELが複数の溝で囲まれているので、1つの溝で囲まれている場合に比べて、エピ部を介して外部領域と繋がっている割合を高めることができる。しかも、隣接するVCSELとは1つの溝で分離されているので、高密度に配置することができる（例えば間隔5μm程度）とともに、隣接するVCSELへの熱干渉はメサ状のアレイと同様に低く抑えることができる。すなわち、熱干渉の増加を伴うことなく、複数のVCSELを高密度に配置することが可能となる。 30

【0046】

また、本第1の実施形態に係る面発光レーザアレイ100によると、各配線104の一部をポリイミド119で埋め込んだ厚い絶縁物上に形成しているため、エピ部上に薄いSiO₂を介して配線を形成する場合に比べて、寄生容量が小さくなり、高速動作に有利となる。 40

【0047】

なお、上記第1の実施形態では、各VCSELを囲む溝106の全てが、ポリイミド119で埋め込まれる場合について説明したが、これに限らず、例えば図11に示されるように、配線104が上を通らない溝は、ポリイミド119が埋め込まれていなくても良い。要するに、少なくとも配線104が上を通る溝にポリイミド119が埋め込まれていれば良い。これにより、ポリイミドによる応力が低減されるため、素子領域（特に活性層）の歪みを低減でき、長寿命化を促進することが可能となる。

【0048】

また、上記第1の実施形態において、一例として図12に示されるように、前記各ボンディングパッド105が、溝に埋め込まれたポリイミド(絶縁物)上に形成されても良い。これにより、寄生容量が更に小さくなり、高速動作に更に有利となる。

【0049】

また、上記第1の実施形態では、VCSELがほぼ正方形の場合について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、円形、楕円形、長方形などの任意の形状であっても良い。円形の場合の例が図13に示されている。なお、素子領域の大きさ(溝と溝の間の幅)は10 μ m程度以上設けることが好ましい。あまり小さいと動作時に熱がこもり特性が低下するおそれがある。

【0050】

また、上記第1の実施形態では、面発光レーザアレイ100が16個のVCSELを有している場合について説明したが、これに限定されるものではない。

【0051】

また、上記第1の実施形態では、各素子領域の周囲に4つの溝がそれぞれ設けられる場合について説明したが、これに限定されるものではなく、各素子領域の周囲に少なくとも2つの溝がそれぞれ設けられれば良い。

【0052】

《第2の実施形態》

以下、本発明の第2の実施形態を図14~図16に基づいて説明する。本発明の第2の実施形態に係る面発光レーザアレイ200は、上記第1の実施形態に係る面発光レーザアレイ100に対して、前記複数の半導体層のうちの一部の半導体層の材料を変更した点に特徴を有する。そして、その他の構成については、第1の実施形態と同じである。そこで、以下においては、第1の実施形態との相違点を中心に説明するとともに、第1の実施形態と同一若しくは同等の構成部分については同一の符号を用い、その説明を簡略化し若しくは省略するものとする。

【0053】

図14には、面発光レーザアレイ200に含まれるVCSELの断面図が示されている。また、図14の一部分を拡大した図が、図15に示されている。

【0054】

本第2の実施形態における各VCSELは、780nm帯のVCSELであり、上記第1の実施形態における各VCSELの前記スペーサ層113に代えてスペーサ層213が用いられ、前記活性層114に代えて活性層214が用いられ、前記スペーサ層115に代えてスペーサ層215が用いられる。

【0055】

スペーサ層213は、ワイドバンドギャップである($Al_{0.7}Ga_{0.3}$) $_{0.5}In_{0.5}P$ からなる層である。

【0056】

活性層214は、圧縮歪が残留する組成であってバンドギャップ波長が780nmとなる3層のGaInPAs量子井戸層214aと格子整合する4層の引張歪みを有するGa $_{0.6}In_{0.4}P$ 障壁層214bとを有している。

【0057】

スペーサ層215は、ワイドバンドギャップである($Al_{0.7}Ga_{0.3}$) $_{0.5}In_{0.5}P$ からなる層である。

【0058】

スペーサ層213と活性層214とスペーサ層215とからなる部分は、共振器構造体と呼ばれており、1波長光学厚さとなるように設定されている。

【0059】

この面発光レーザアレイ200は、第1の実施形態に係る面発光レーザ素子100と同様のプロセスで製造することができる。

【0060】

10

20

30

40

50

以上説明したように、本第2の実施形態に係る面発光レーザアレイ200によると、各VCSELは、外部領域と、部分的に積層方向(X軸方向)に直交する方向(横方向)にエピ部を介して繋がっているため、第1の実施形態と同様に、各VCSELの温度上昇を低減することができ、長寿命化が可能となる。また、隣接するVCSELとは1つの溝で分離されているので、第1の実施形態と同様に、熱干渉の増加を伴うことなく、複数のVCSELを高密度に配置することが可能となる。

【0061】

また、本第2の実施形態に係る面発光レーザアレイ200によると、各VCSELは、スペーサ層にAlGaInP系の材料が用いられているため、第1の実施形態における各VCSELに比べて、スペーサ層と活性層とのバンドギャップ差を極めて大きく取ることができる。

10

【0062】

図16には、スペーサ層/量子井戸層の材料がAlGaAs/AlGaAs系で、波長が780nm帯の面発光レーザ(以下では、便宜上、「面発光レーザA」という)、スペーサ層/量子井戸層の材料がAlGaInP/GaInPAs系で、波長が780nm帯の面発光レーザ(以下では、便宜上、「面発光レーザB」という)、及びスペーサ層/量子井戸層の材料がAlGaAs/GaAs系で、波長が850nm帯の面発光レーザ(以下では、便宜上、「面発光レーザC」という)について、典型的な材料組成でのスペーサ層と量子井戸層、及び障壁層と量子井戸層のバンドギャップ差が示されている。なお、面発光レーザAは、第1の実施形態におけるVCSELに対応し、 $x = 0.7$ の面発光レーザBは、本第2の実施形態におけるVCSELに対応している。

20

【0063】

これによれば、面発光レーザBは、面発光レーザAはもとより、面発光レーザCよりもバンドギャップ差を大きく取れることが判る。具体的には、面発光レーザBでのスペーサ層と量子井戸層とのバンドギャップ差は767.3meVであり、面発光レーザAの465.9meVに比べて極めて大きい。また、障壁層と量子井戸層とのバンドギャップ差も同様に、面発光レーザBに優位性があり、更に良好なキャリア閉じ込めが可能となる。

【0064】

また、本第2の実施形態における各VCSELは、量子井戸層が圧縮歪を有しているので、ヘビーホールとライトホールのバンド分離により利得の増加が大きくなり、高利得となるため、低閾値で高出力が可能となる。そして、このために、光取り出し側の反射鏡(ここでは上部反射鏡117)の反射率低減が可能となり、更なる高出力化を図ることができる。さらに、高利得化が可能であることから、温度上昇による光出力低下を抑えることができ、面発光レーザアレイ200における各VCSELの間隔をより狭くすることが可能である。

30

【0065】

また、本第2の実施形態における各VCSELは、量子井戸層214a及び障壁層214bがいずれも、アルミニウム(Al)を含まない材料から構成されているので、活性層214への酸素の取り込みが低減される。その結果、非発光再結合センターの形成を抑えることができ、更なる長寿命化を図ることが可能となる。

40

【0066】

ところで、例えば、書込み光学ユニットに面発光レーザアレイを用いる場合に、VCSELの寿命が短いときには、書込み光学ユニットは使い捨てになる。しかしながら、面発光レーザアレイ200は、上述したように長寿命であるため、面発光レーザアレイ200を用いた書込み光学ユニットは、再利用が可能となる。従って、資源保護の促進及び環境負荷の低減を図ることができる。なお、このことは、面発光レーザアレイを用いている他の装置にも同様のことがいえる。

【0067】

《第3の実施形態》

以下、本発明の第3の実施形態を図17~図19に基づいて説明する。本発明の第3の

50

実施形態に係る面発光レーザ素子300は、複数のVCSELが、互いに直交しない2方向を行方向及び列方向として配列されている点に特徴を有する。

【0068】

図17に示される面発光レーザアレイ300は、32個のVCSELが、Y軸方向に対して傾斜した方向(方向)を行方向、Z軸方向を列方向として配列されている。ここでは、 4×8 ($m \times n$)アレイとしている。なお、 $m < n$ である。この面発光レーザアレイ300が光走査装置で用いられる場合には、Y軸方向が主走査方向に対応する方向となり、Z軸方向が副走査方向に対応する方向となるように配置される。Z軸方向に沿って配置されたVCSELの間隔(等間隔)を d とすると、方向に沿って配置されたVCSELをZ軸方向に延びる仮想線上に正射影したときの間隔(等間隔) C は d/n である(図18参照)。ここでは、一例として、 $d = 24 \mu\text{m}$ であり、 $C = 3 \mu\text{m}$ となる。また、方向に沿って配置されたVCSELをY軸方向に延びる仮想線上に正射影したときの間隔(等間隔) X は $30 \mu\text{m}$ 、溝と溝の間は $16 \mu\text{m}$ としている。

10

【0069】

この面発光レーザアレイ300は、第1の実施形態に係る面発光レーザ素子100と同様のプロセスで製造することができる。

【0070】

この場合においても、図19に示されるように、各VCSELは、外部領域と、部分的に積層方向(X軸方向)に直交する方向にエピ部を介して繋がっており、従来の周囲を完全に溝で取り囲まれたメサ状のVCSELアレイに比較して、積層方向に直交する方向への放熱が大きくなり、VCSELの温度上昇を低減することができ、長寿命化が可能となる。また、1つのVCSELが複数の溝で囲まれているので、1つの溝で囲まれている場合に比べて、エピ部を介して外部領域と繋がっている割合を高めることができる。しかも、隣接するVCSELとは1つの溝で分離されているので、高密度に配置することができるとともに、隣接するVCSELへの熱干渉はメサ状のアレイと同様に低く抑えることができる。すなわち、熱干渉の増加を伴うことなく、複数のVCSELを高密度に配置することが可能となる。

20

【0071】

このように、本第3の実施形態に係る面発光レーザアレイ300によると、放熱性に優れているので複数のVCSELを高密度に二次元に集積しても高注入(電流)で 사용할ことができ、高出力動作が可能となり、光走査装置で用いられる場合には、高密度書込み、高速書込みに有利となる。

30

【0072】

ところで、非特許文献1に開示されているVCSELアレイ(図23参照)では、 $d = 24 \mu\text{m}$ 、 $X = 30 \mu\text{m}$ とすると、 $C = 6 \mu\text{m}$ となり、平面内のVCSEL間隔が同じであっても本第3の実施形態に係る面発光レーザアレイ300のほうが高密度となっている。 $m < n$ としたことによる。

【0073】

なお、VCSELサイズ(ここでは、溝と溝の間の長さ)、間隔 d 、間隔 X 、及び配線の幅は任意であるが、上記製造プロセス上の制約の他にアレイで動作時の他のVCSELからの熱干渉の影響も考慮して決める必要がある。いずれにせよ、副走査方向に対応する方向での高密度化に影響のない主走査方向に対応する方向のVCSEL間隔を広げて $d < X$ とし、主走査方向に対応する方向に隣り合うVCSEL間に配線を配置すると高密度書込みに有利であることがわかる。さらに、主走査方向に対応する方向のVCSEL間隔を広げることで各VCSEL間の熱干渉の影響を低減することができる。

40

【0074】

また、上記第3の実施形態では、面発光レーザアレイ300が32個のVCSELを有する場合について説明したが、これに限定されるものではない。さらに、 4×8 ($m \times n$)アレイに限定されるものでもない。例えば、 4×10 ($m \times n$)アレイであっても良い。

50

【0075】

《画像形成装置》

以下、本発明の一実施形態に係る画像形成装置を図20に基づいて説明する。図20には、本発明の一実施形態に係る画像形成装置としてのレーザープリンタ500の概略構成が示されている。

【0076】

このレーザープリンタ500は、光走査装置900、感光体ドラム901、帯電チャージャ902、現像ローラ903、トナーカートリッジ904、クリーニングブレード905、給紙トレイ906、給紙コロ907、レジストローラ対908、転写チャージャ911、除電ユニット914、定着ローラ909、排紙ローラ912、及び排紙トレイ910などを備えている。 10

【0077】

帯電チャージャ902、現像ローラ903、転写チャージャ911、除電ユニット914及びクリーニングブレード905は、それぞれ感光体ドラム901の表面近傍に配置されている。そして、感光体ドラム901の回転方向に関して、帯電チャージャ902 現像ローラ903 転写チャージャ911 除電ユニット914 クリーニングブレード905の順に配置されている。

【0078】

感光体ドラム901の表面には、感光層が形成されている。ここでは、感光体ドラム901は、図20における面内で時計回り（矢印方向）に回転するようになっている。 20

【0079】

帯電チャージャ902は、感光体ドラム901の表面を均一に帯電させる。

【0080】

光走査装置900は、帯電チャージャ902で帯電された感光体ドラム901の表面に、上位装置（例えばパソコン）からの画像情報に基づいて変調された光を照射する。これにより、感光体ドラム901の表面では、画像情報に対応した潜像が感光体ドラム901の表面に形成される。ここで形成された潜像は、感光体ドラム901の回転に伴って現像ローラ903の方向に移動する。なお、この光走査装置900の構成については後述する。
。

【0081】

トナーカートリッジ904にはトナーが格納されており、該トナーは現像ローラ903に供給される。 30

【0082】

現像ローラ903は、感光体ドラム901の表面に形成された潜像にトナーカートリッジ904から供給されたトナーを付着させて画像情報を顕像化させる。ここでトナーが付着された潜像は、感光体ドラム901の回転に伴って転写チャージャ911の方向に移動する。

【0083】

給紙トレイ906には記録紙913が格納されている。この給紙トレイ906の近傍には給紙コロ907が配置されており、該給紙コロ907は、記録紙913を給紙トレイ906から1枚ずつ取り出し、レジストローラ対908に搬送する。該レジストローラ対908は、転写ローラ911の近傍に配置され、給紙コロ907によって取り出された記録紙913を一旦保持するとともに、該記録紙913を感光体ドラム901の回転に合わせて感光体ドラム901と転写チャージャ911との間隙に向けて送り出す。 40

【0084】

転写チャージャ911には、感光体ドラム901の表面上のトナーを電氣的に記録紙913に引きつけるために、トナーとは逆極性の電圧が印加されている。この電圧により、感光体ドラム901の表面の潜像が記録紙913に転写される。ここで転写された記録紙913は、定着ローラ909に送られる。

【0085】

この定着ローラ909では、熱と圧力が記録紙913に加えられ、これによってトナーが記録紙913上に定着される。ここで定着された記録紙913は、排紙ローラ912を介して排紙トレイ910に送られ、排紙トレイ910上に順次スタックされる。

【0086】

除電ユニット914は、感光体ドラム901の表面を除電する。

【0087】

クリーニングブレード905は、感光体ドラム901の表面に残ったトナー（残留トナー）を除去する。なお、除去された残留トナーは、再度利用されるようになっている。残留トナーが除去された感光体ドラム901の表面は、再度帯電チャージャ902の位置に戻る。

【0088】

《光走査装置》

次に、前記光走査装置900の構成及び作用について図21を用いて説明する。

【0089】

この光走査装置900は、光源ユニット1、カップリングレンズ2、アパーチャ3、アナモルフィックレンズ4、ポリゴンミラー5、偏向器側走査レンズ6、像面側走査レンズ7、及び処理装置20などを備えている。

【0090】

前記光源ユニット1は、 4×10 ($m \times n$)アレイの上記面発光レーザアレイ300を備え、40本の光ビームを同時に射出することができる。この面発光レーザアレイ300は、Y軸方向が主走査方向に対応する方向となり、Z軸方向が副走査方向に対応する方向となるように配置されている。

【0091】

前記カップリングレンズ2は、光源ユニット1から射出された複数の光ビームをそれぞれ弱い発散光にする。

【0092】

前記アナモルフィックレンズ4は、カップリングレンズ2を透過し、前記アパーチャ3を介した複数の光ビームを、主走査方向に関しては平行光、副走査方向に関しては前記ポリゴンミラー5近傍で集束する光ビームとする。

【0093】

アナモルフィックレンズ4からの複数の光ビームは、ポリゴンミラー5でそれぞれ偏向された後、偏向器側走査レンズ6と像面側走査レンズ7によって結像され、感光体ドラム901表面上の、副走査方向に互いに所定の間隔だけ離れた位置に、光スポットとして集光される。

【0094】

なお、ポリゴンミラー5は、ポリゴンモータ（不図示）によって一定の速度で回転しており、その回転に伴って、複数の光ビームはそれぞれ等角速度的に偏向され、感光体ドラム901上の各光スポットは、主走査方向に等速移動する。

【0095】

前記処理装置20は、上位装置からの画像情報に基づいて、画像データを生成し、該画像データに応じた面発光レーザアレイ300の駆動信号を光源ユニット1に出力する。

【0096】

面発光レーザアレイ300では、各VCSELの中心から副走査方向に垂線を下ろした時の副走査方向における各VCSELの位置関係が等間隔Cとなるので、点灯のタイミングを調整することで感光体ドラム901上では副走査方向に等間隔で光源が並んでいる場合と同様な構成と捉えることができる。そして、面発光レーザアレイ300における間隔Cや光学系の倍率を調整することで副走査方向に書き込まれる間隔を調整することができる。例えば、間隔 $C = 2.4 \mu\text{m}$ 、光学系の倍率を約2.2倍とすれば 4800 dpi （ドット/インチ）の高密度書込みができる。もちろん、主走査方向のVCSEL数を増加したり、副走査方向に隣り合うVCSEL間隔を狭くして間隔Cを更に小さくするアレイ

10

20

30

40

50

配置としたり、光学系の倍率を下げる等を行えばより高密度化でき、より高品質の印刷が可能となる。なお、主走査方向の書き込み間隔は、光源の点灯のタイミングで容易に制御できる。

【 0 0 9 7 】

従って、本実施形態に係る光走査装置 9 0 0 によると、光源ユニット 1 が面発光レーザーアレイ 3 0 0 を有しているため、感光体ドラム 9 0 1 上を高密度及び高速で走査することができる。

【 0 0 9 8 】

また、本実施形態に係るレーザープリンタ 5 0 0 によると、光走査装置 9 0 0 を備えているため、結果として、高精細な画像を高速で形成することができる。

10

【 0 0 9 9 】

なお、上記実施形態では、画像形成装置としてレーザープリンタ 5 0 0 の場合について説明したが、これに限定されるものではない。要するに、光走査装置 9 0 0 を備えた画像形成装置であれば、高精細な画像を高速で形成することが可能となる。

【 0 1 0 0 】

また、カラー画像を形成する画像形成装置であっても、カラー画像に対応した光走査装置を用いることにより、高精細な画像を高速で形成することが可能となる。

【 0 1 0 1 】

また、一例として図 2 2 に示されるように、画像形成装置として、カラー画像に対応し、複数の感光体ドラムを備えるタンデムカラー機であっても良い。図 2 2 に示されるタンデムカラー機は、ブラック (K) 用の感光体ドラム K 1、帯電器 K 2、現像器 K 4、クリーニング手段 K 5、及び転写用帯電手段 K 6 と、シアン (C) 用の感光体ドラム C 1、帯電器 C 2、現像器 C 4、クリーニング手段 C 5、及び転写用帯電手段 C 6 と、マゼンダ (M) 用の感光体ドラム M 1、帯電器 M 2、現像器 M 4、クリーニング手段 M 5、及び転写用帯電手段 M 6 と、イエロー (Y) 用の感光体ドラム Y 1、帯電器 Y 2、現像器 Y 4、クリーニング手段 Y 5、及び転写用帯電手段 Y 6 と、光走査装置 9 0 0 と、転写ベルト 8 0 と、定着手段 3 0 などを備えている。

20

【 0 1 0 2 】

この場合には、光走査装置 9 0 0 では、面発光レーザーアレイ 3 0 0 における複数の V C S E L はブラック用、シアン用、マゼンダ用、イエロー用に分割されている。そして、ブラック用の各 V C S E L からの光ビームは感光体ドラム K 1 に照射され、シアンの各 V C S E L からの光ビームは感光体ドラム C 1 に照射され、マゼンダ用の各 V C S E L からの光ビームは感光体ドラム M 1 に照射され、イエロー用の各 V C S E L からの光ビームは感光体ドラム Y 1 に照射されるようになっている。なお、光走査装置 9 0 0 は、色毎に個別の面発光レーザーアレイ 3 0 0 を備えても良い。また、色毎に光走査装置 9 0 0 を備えていても良い。

30

【 0 1 0 3 】

各感光体ドラムは、図 2 2 中の矢印の方向に回転し、回転順にそれぞれ帯電器、現像器、転写用帯電手段、クリーニング手段が配置されている。各帯電器は、対応する感光体ドラムの表面を均一に帯電する。この帯電器によって帯電された感光体ドラム表面に光走査装置 9 0 0 によりビームが照射され、感光体ドラムに静電潜像が形成されるようになっている。そして、対応する現像器により感光体ドラム表面にトナー像が形成される。さらに、対応する転写用帯電手段により、記録紙に各色のトナー像が転写され、最終的に定着手段 3 0 により記録紙に画像が定着される。

40

【 0 1 0 4 】

タンデムカラー機では、機械精度等で各色の色ずれが発生する場合があるが、光走査装置 9 0 0 は高密度な面発光レーザーアレイ 3 0 0 を有しているため、点灯させる V C S E L を選択することで各色の色ずれの補正精度を高めることができる。

【 産業上の利用可能性 】**【 0 1 0 5 】**

50

以上説明したように、本発明の面発光レーザアレイによれば、熱干渉の増加を伴うことなく、複数の面発光レーザ素子を高密度に配置するのに適している。また、本発明の光走査装置によれば、被走査面上を高密度及び高速で走査するのに適している。また、本発明の画像形成装置によれば、高精細な画像を高速で形成するのに適している。

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る面発光レーザアレイを説明するための図である。

【図2】図1の面発光レーザアレイにおける素子領域と溝との関係を説明するための図である。

【図3】図1の面発光レーザアレイの一部を拡大した図である。

10

【図4】図3におけるA-A断面図である。

【図5】図4の一部を拡大した図である。

【図6】図1の面発光レーザアレイの製造方法を説明するための図(その1)である。

【図7】図1の面発光レーザアレイの製造方法を説明するための図(その2)である。

【図8】図1の面発光レーザアレイの製造方法を説明するための図(その3)である。

【図9】図1の面発光レーザアレイの製造方法を説明するための図(その4)である。

【図10】図1の面発光レーザアレイの製造方法を説明するための図(その5)である。

【図11】図1の面発光レーザアレイの変形例1を説明するための図である。

【図12】図1の面発光レーザアレイの変形例2を説明するための図である。

【図13】図1の面発光レーザアレイの変形例3を説明するための図である。

20

【図14】本発明の第2の実施形態に係る面発光レーザアレイを説明するための図である。

【図15】図14の一部を拡大した図である。

【図16】図14の面発光レーザアレイの特性を説明するための図である。

【図17】本発明の第3の実施形態に係る面発光レーザアレイを説明するための図である。

【図18】図17の面発光レーザアレイにおけるVCSELの配置を説明するための図である。

【図19】図17の面発光レーザアレイにおける素子領域と溝との関係を説明するための図である。

30

【図20】本発明の一実施形態に係るレーザプリンタの概略構成を説明するための図である。

【図21】図20における光走査装置を示す概略図である。

【図22】タンデムカラー機の概略構成を説明するための図である。

【図23】従来の面発光レーザアレイを説明するための図である。

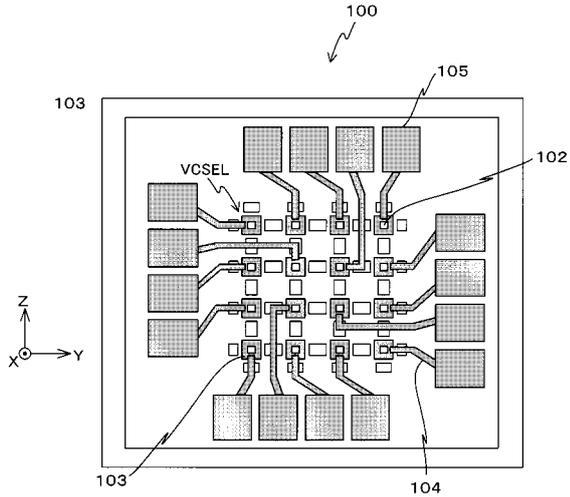
【符号の説明】

【0107】

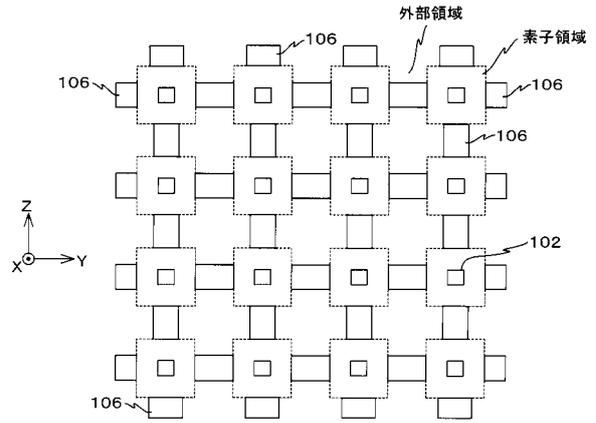
100...面発光レーザアレイ、103...上部電極、104...配線、105...ボンディングパッド、106...溝、112...下部反射鏡、114...活性層、116...被選択酸化層、117...上部反射鏡、119...ポリミド、214...活性層、300...面発光レーザアレイ、500...レーザプリンタ、900...光走査装置、901...感光体ドラム、902...帯電チャージャ、903...現像ローラ、904...トナーカートリッジ、909...定着ローラ、911...転写チャージャ、913...記録紙、VCSEL...面発光レーザ素子。

40

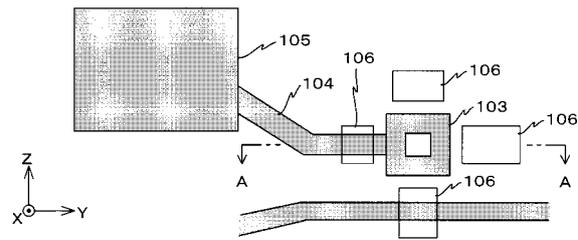
【 図 1 】



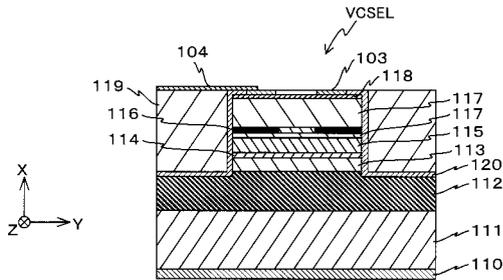
【 図 2 】



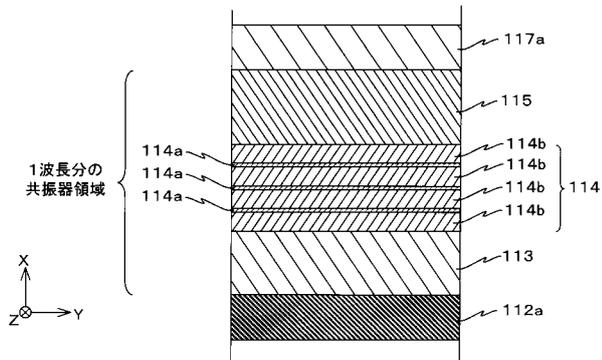
【 図 3 】



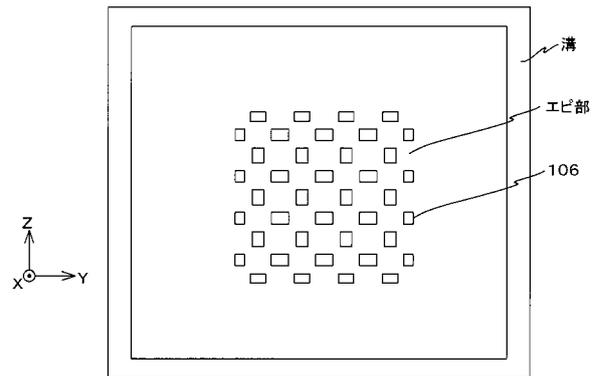
【 図 4 】



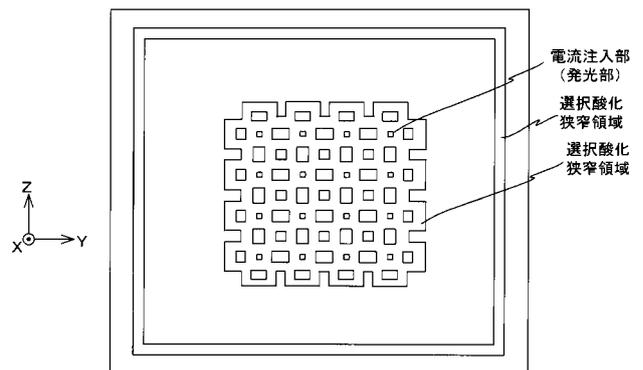
【 図 5 】



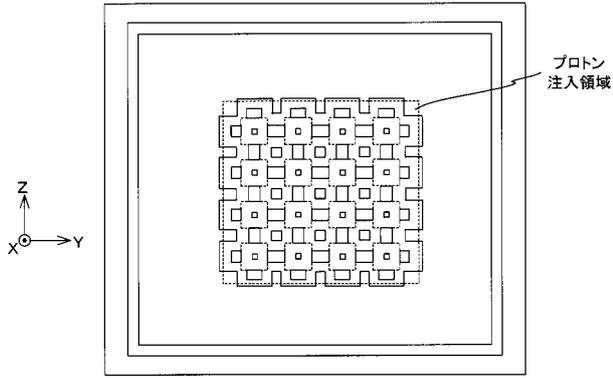
【 図 6 】



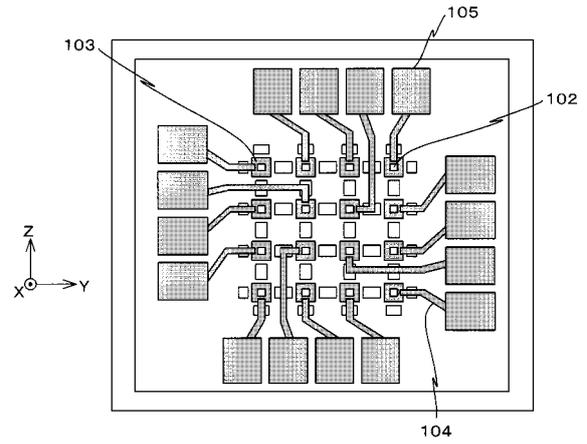
【 図 7 】



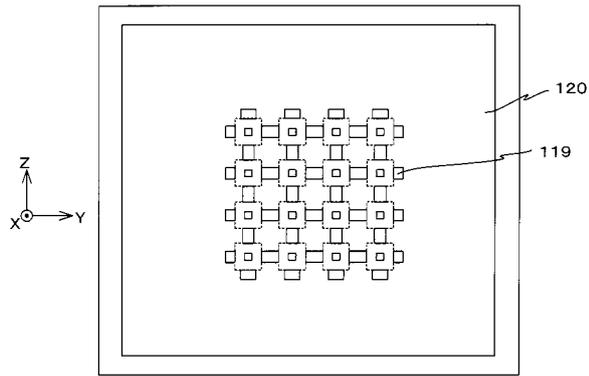
【 図 8 】



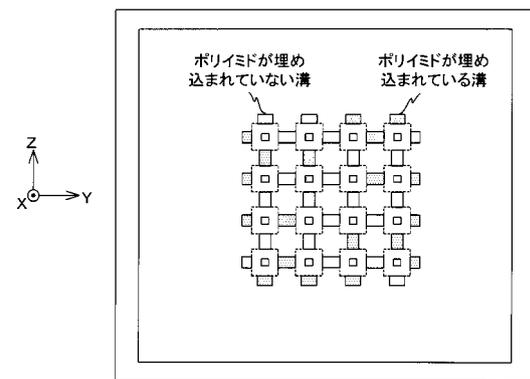
【 図 10 】



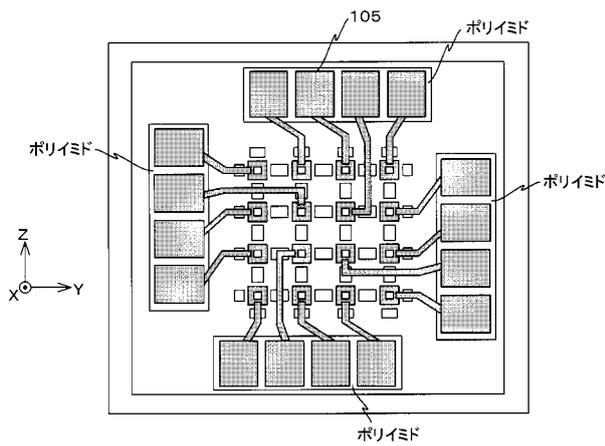
【 図 9 】



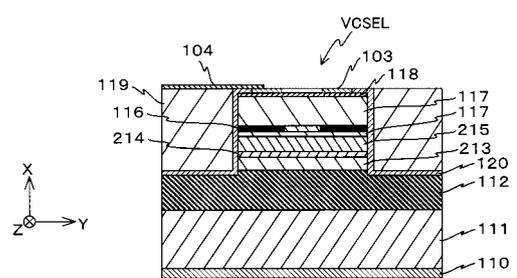
【 図 11 】



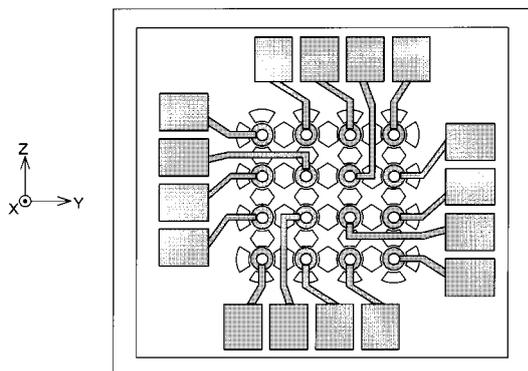
【 図 12 】



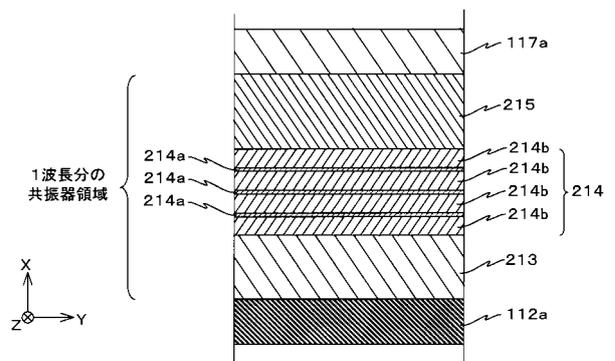
【 図 14 】



【 図 13 】



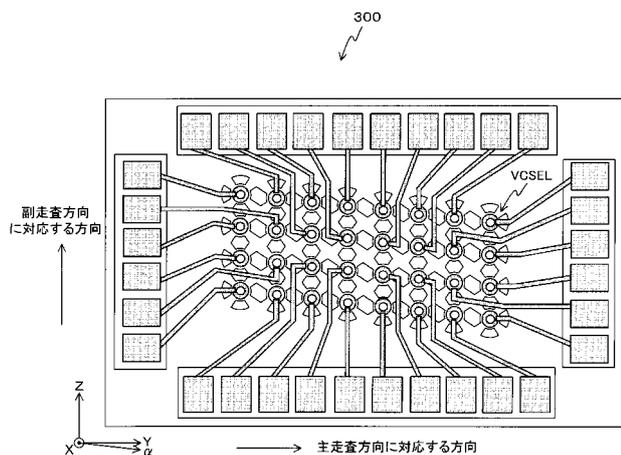
【 図 15 】



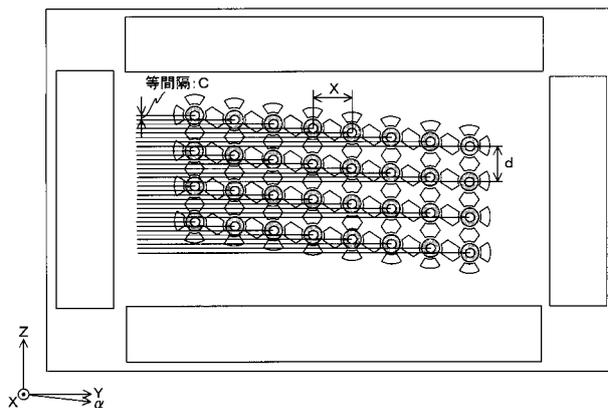
【図16】

波長帯		780nm	850nm(Ref.)
スペーサ層/量子井戸層の材料系		AlGaAs/AlGaAs	AlGaInP/GaInPAs
スペーサ層		$\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ ($E_g=2.0226\text{eV}$)	$(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ ($E_g(x=0.7)=2.324\text{eV}$)
活性層	量子井戸層	$\text{Al}_{0.12}\text{Ga}_{0.88}\text{As}$ ($E_g=1.5567\text{eV}$)	GaInPAs(圧縮歪) ($E_g=1.5567\text{eV}$)
	障壁層	$\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ ($E_g=1.78552\text{eV}$)	$\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{P}$ (引張歪) ($E_g(x=0.6)=2.02\text{eV}$)
スペーサ層と量子井戸層の E_g 差(ΔE_g)		465.9meV	602.6meV
障壁層と量子井戸層の E_g 差(ΔE_g)		228.8meV	365.5meV

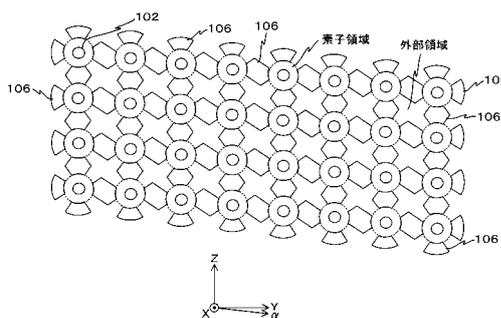
【図17】



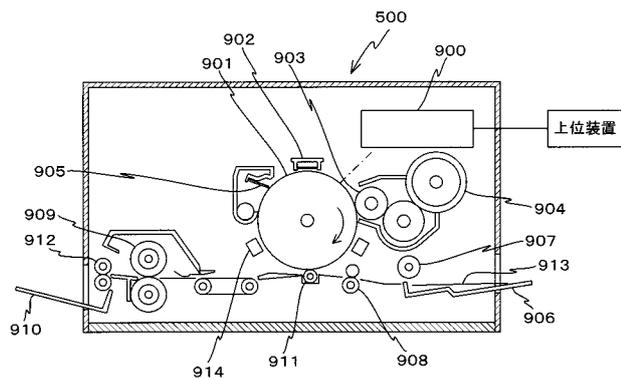
【図18】



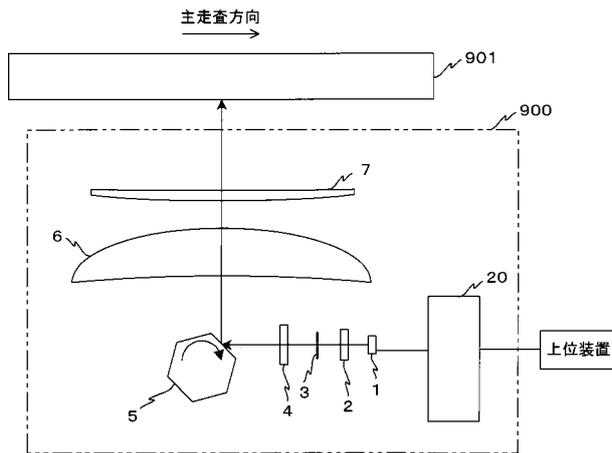
【図19】



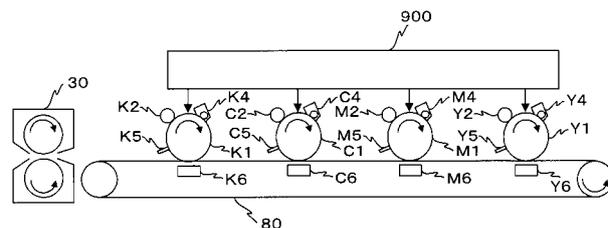
【図20】



【図21】



【図22】



【 図 2 3 】

