

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006 年 3 月 2 日 (02.03.2006)

PCT

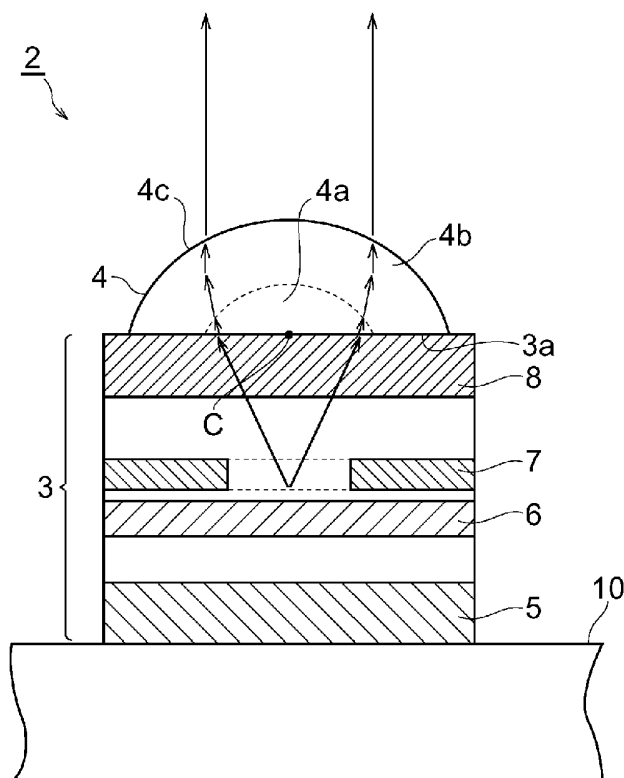
(10) 国際公開番号
WO 2006/022162 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01S 5/183 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/014909 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大軒 紀之 (OHNOKI, Noriyuki) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 杉山 厚志 (SUGIYAMA, Atsushi) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).
(22) 国際出願日: 2005 年 8 月 15 日 (15.08.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願 2004-245741 2004 年 8 月 25 日 (25.08.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目 10 番 6 号銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK,

/ 続葉有 /

(54) Title: METHOD FOR FABRICATING SURFACE EMISSION LASER LIGHT SOURCE AND SURFACE EMISSION LASER LIGHT SOURCE

(54) 発明の名称: 面発光レーザ光源の製造方法及び面発光レーザ光源



(57) Abstract: A surface emission laser light source (2) comprising a surface emission laser element (3) having a columnar mesa shape and a microlens (4) formed integrally on a substrate (10). The surface emission laser element (3) is a vertical resonator surface emission laser (VCSEL) where a resonator is constituted between a lower mirror (5) and an upper mirror (8). The microlens (4) consists of a first lens part (4a) and a second lens part (4b) and has a distributed refractive index structure where the refractive index varies, in a specified distribution, from the central part on the exit face (3a) side toward the outer lens face (4c). Consequently, a fabrication method of a surface emission laser light source capable of obtaining laser light under desired exit conditions and a surface emission laser light source are realized.

(57) 要約: 面発光レーザ光源 2 は、円柱状のメサ型形状を有する面発光レーザ素子 3 とマイクロレンズ 4 とが一体に、基板 10 上に形成されて構成されている。面発光レーザ素子 3 は、垂直共振器型面発光レーザ (VCSEL) であり、下部ミラー 5 と上部ミラー 8 との間で共振器が構成される。また、マイクロレンズ 4 は、第 1 レンズ部 4a と第 2 レンズ部 4b とで構成され、出射面 3a 側の中心部から外側のレンズ面 4c に向かって所定の分布で屈折率が変化する分布屈折率構造に形成されている。これにより、所望の出射条件でレーザー

光を得ることができる面発光レーザ光源の製造方法及び面発光レーザ光源が実現される。



LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

面発光レーザ光源の製造方法及び面発光レーザ光源

技術分野

- [0001] 本発明は、面発光レーザ光源の製造方法、及び面発光レーザ光源に関するものである。

背景技術

- [0002] 基板表面に対し垂直にレーザ光を出射する構造である垂直共振器型の面発光レーザ素子は、基板上において他素子と高密度で集積することが可能である。また面発光レーザ素子の出射角度は、通常(シングルモード時)6〜7度と、端面発光レーザ素子(約30度)に比べて狭い。そのため、光集積回路の光源として、将来的に利用されることが予想される。また、面発光レーザ素子のレーザ光の出射条件等に関し、種々の検討が行われている(例えば、特許文献1〜3参照)。

特許文献1:特開2001-284725号公報

特許文献2:特開2002-26452号公報

特許文献3:特開2001-242303号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0003] 面発光レーザ素子は、上記したように、端面発光レーザ素子に比べて出射角度の狭いレーザ光が得られる。しかしながら、面発光レーザ素子などの素子が高集積化された状態での光インターコネクションに応用する場合、面発光レーザ素子からの光の出射角度をさらに小さくすることが必要となる。これに対して、上記文献では、面発光レーザ素子とマイクロレンズとの組み合わせについて検討されている。
- [0004] 特許文献1では、レーザ出射部上部にノズルで樹脂を出して、その樹脂を凸レンズ形状となるように固めて、マイクロレンズを形成している。しかし、レーザ出射部分の径は数 μm であるため、ノズルで樹脂を出す位置の位置合わせが難しく、また、径が数 μm となるようなマイクロレンズを形成するのも困難である。さらに、面発光レーザ光源を高密度で集積化するため、アレイで形成することを考慮すると、1つ1つノズルで

樹脂を出して形成する方法では、大量生産に不向きである。また、特許文献2では、誘電体からなるマイクロレンズを面発光レーザ光源に適用している。しかし、具体的なレンズ構造、レンズの製造方法について十分に検討されていない。

[0005] 一方、特許文献3では、石英ガラスを熱で溶かしてマイクロレンズを形成している。しかし、石英ガラスの溶ける温度は1000℃以上であるため、半導体基板に熱的な損傷を与えることとなり、面発光レーザ光源には適用できない。

[0006] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、所望の出射条件でレーザ光を得ることができる面発光レーザ光源の製造方法及び面発光レーザ光源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

[0007] このような目的を解決するために、本発明による面発光レーザ光源の製造方法は、基板上に形成された垂直共振器型の面発光レーザ素子の出射面上に第1の誘電体材料を積層する第1の誘電体積層工程と、出射面上に積層された第1の誘電体材料を元レンズに形成する第1のレンズ形成工程と、元レンズ上に、第2の誘電体材料を積層する第2の誘電体積層工程と、面発光レーザ素子よりレーザ光を出射し、その出射パターンに基づいて、元レンズ上に積層された第2の誘電体材料の外面形状を調整して、面発光レーザ素子に対応するマイクロレンズを形成する第2のレンズ形成工程とを備えることを特徴とする。

[0008] この製造方法によれば、面発光レーザ素子の出射面上にマイクロレンズが形成される。そのため、面発光レーザ光源から出射されるレーザ光の出射角度を小さくすることができ、さらには必要に応じて、コリメート光を得ることも可能となる。また、マイクロレンズは、まず元レンズを形成してから、その上に第2の誘電体材料が積層され形成されるという2段階の形成工程を経る。このような方法では、最終的に得られるマイクロレンズの外面形状、及びレンズ内での分布屈折率構造等を様々に制御することができる。さらに、一度レーザ光を出射して出射パターンを確認してから、マイクロレンズの形状が調整される。したがって、所望の出射条件を得るために、高精度でマイクロレンズの形状を制御することができる。加えて、アライメントのための複雑な調整を必要としないため、容易にレンズを形成することができる。

[0009] 本発明による面発光レーザ光源は、基板上に形成された垂直共振器型の面発光レーザ素子と、面発光レーザ素子の出射面上に形成されたマイクロレンズとを備え、マイクロレンズは、誘電体からなり、出射面側の中心部から外側のレンズ面に向けて所定の分布で屈折率が変化する分布屈折率構造に形成されていることを特徴とする。

[0010] この面発光レーザ光源によれば、マイクロレンズは面発光レーザ素子の出射面上に形成される。そのため、面発光レーザ光源から出射されるレーザ光の出射角度を小さくすることができ、さらには必要に応じて、コリメート光を得ることも可能となる。また、マイクロレンズは、その屈折率を変化させる分布屈折率構造をしているため、面発光レーザ光源から出射されるレーザ光の出射条件を様々に制御することができる。また、マイクロレンズは面発光レーザ素子の出射面上に形成されているため、マイクロレンズの位置合わせをするのに、アライメントのための複雑な調整を必要としない。なお、面発光レーザ素子の出射面は基板と反対側の面であっても、あるいは基板側の面であってもよい。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、所望の出射条件でレーザ光を得ることができる面発光レーザ光源の製造方法及び面発光レーザ光源を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、第1実施形態の面発光レーザアレイの構成を示す斜視図である。

[図2]図2は、第1実施形態の面発光レーザ光源の構成を示す斜視図である。

[図3]図3は、第1実施形態のマイクロレンズで出射光が屈折される様子を示す図である。

[図4]図4は、第1実施形態のマイクロレンズで出射光が反射し、面発光レーザ素子内部に戻る様子を示す図である。

[図5]図5は、第1の誘電体積層工程、及び第1のレンズ形成工程を示す工程断面図である。

[図6]図6は、第2の誘電体積層工程、及び第2のレンズ形成工程を示す工程断面図である。

[図7]図7は、マイクロレンズの断面形状を表すAFM測定結果である。

[図8]図8は、光学顕微鏡によるマイクロレンズの写真である。

[図9]図9は、第2実施形態の面発光レーザ光源の構成を示す断面図である。

符号の説明

[0013] 1…面発光レーザアレイ、2、20…面発光レーザ光源、3…面発光レーザ素子、3a…出射面、4、21…マイクロレンズ、4a、21a…第1レンズ部、4b、21b…第2レンズ部、4c、21c…レンズ面、5…下部ミラー、6…活性層、7…酸化膜電流狭窄層、8…上部ミラー、10…基板、11…第1のSiN膜、12…レジスト膜、13…元レンズ、14…第2のSiN膜、15…マイクロレンズ、21d…第1層、21e…第2層、21f…第3層、C…マイクロレンズの中心点。

発明を実施するための最良の形態

[0014] 以下、図面とともに、本発明による面発光レーザ光源の製造方法及び面発光レーザ光源の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

[0015] 図1は、本実施形態に係る面発光レーザ光源である面発光レーザアレイ1の斜視図である。面発光レーザアレイ1は、複数の面発光レーザ光源2が基板10の同一面上に一定の間隔で2次元アレイ状に配列されてなる。

[0016] 図2は、本実施形態に係る面発光レーザ光源2の斜視図、図3は面発光レーザ光源2の垂直断面図である。

[0017] 面発光レーザ光源2は、図2に示すように、円柱状のメサ型形状を有する面発光レーザ素子3とマイクロレンズ4とが一体に、基板10上に形成されて構成されている。面発光レーザ素子3は、垂直共振器型面発光レーザ(VCSEL)であり、下部ミラー5、活性層6、酸化膜電流狭窄層7、及び上部ミラー8が積層されて形成され、下部ミラー5と上部ミラー8との間で共振器が構成される。そのため、図2の矢印で示す通り、これらの層の積層方向と平行な方向に、レーザ光が出射される。

[0018] マイクロレンズ4は、凸レンズ形状であり、面発光レーザ素子3の基板10とは反対側の面である出射面3a上に、面発光レーザ素子3と一体に形成される。また、マイクロ

レンズ4は、出射面3a側の中心部から外側のレンズ面4cに向かって所定の分布で屈折率が変化する分布屈折率構造に形成されている。

[0019] 具体的には、マイクロレンズ4は、誘電体であるSiNからなり、図3に示すように、出射面3a側の面上にあって光軸と交わる点である中心点(中心部)Cを含む内側の第1レンズ部4aと、マイクロレンズ4の外側であるレンズ面4cを含む外側の第2レンズ部4bとで構成される。第1レンズ部4a内では、屈折率は一定値で一様に分布している。また、第2レンズ部4bでは、屈折率は第1レンズ部4a側からレンズ面4c側に向けて、放射状に連続的に小さくなるように分布している。

[0020] 次に、面発光レーザアレイ1及び面発光レーザ光源2の効果について説明する。面発光レーザ素子3から出射されるレーザ光は、マイクロレンズ4によって屈折せられ、その出射角度が小さくなる。そのため、必要に応じて出射角度を絞ったレーザ光、あるいはコリメートされたレーザ光を得ることができる。したがって、面発光レーザアレイ1あるいは面発光レーザ光源2を光インターコネクションに応用した場合、その高集積化や、チャンネル間でのクロストークの抑制等が可能となる。また、マイクロレンズ4においては、その屈折率が中心点Cからレンズ面4cに向けて分布する分布屈折率構造をしている。このような構成では、屈折率の具体的な分布構造を変えることによって、レーザ光の出射条件を様々に制御することができる。また、マイクロレンズ4は面発光レーザ素子3の出射面3a上に形成されている。そのため、アライメントのための複雑な調整をすることなく、マイクロレンズ4の位置合わせをすることが可能である。

[0021] マイクロレンズ4の分布屈折率構造としては、様々な構造をとることが可能である。例えば、第2レンズ部4bにおいて、屈折率が第1レンズ部4a側からレンズ面4c側に向けて変化する構造をとることによって、第1レンズ部4aとの組み合わせで、所望の出射条件に制御することが可能である。

[0022] 具体的には、本実施形態におけるマイクロレンズ4の分布屈折率構造は、第1レンズ部4aにおいて、屈折率が一定値で一様に分布し、第2レンズ部4bにおいて、屈折率が第1レンズ部4a側からレンズ面4c側に向けて連続的に小さくなるように変化する構造である。そのため、図3の光路図に示すように、各角度の出射レーザ光は、垂直方向(上方向)に徐々に屈折し、これらの光の間における光路長差は減少される。そ

の結果、面発光レーザ光源2から出射されたレーザ光を集光した際の収差が軽減される。これにより、フェムト秒パルス波を用いた高速光並列処理回路などのデバイスに応用した場合に、収差からくる分散が低減され、フェムト秒パルス光コンピュータなど高速処理に必要な光学系の実現も可能となる。

[0023] マイクロレンズ4の分布屈折率構造は上記の例に限らず、例えば、第1レンズ部4aと第2レンズ部4bとの間で段階的に屈折率が変化するような構成であっても良い。このように、屈折率を段階的に変化させると、図4に示したように、第1レンズ部4aと第2レンズ部4bとの界面で、光の一部が反射し、面発光レーザ素子3内部に戻される。その反射率は屈折率差によるので、所望の反射量となるよう屈折率差を調整して、モード制御を行うことが可能である。また、この場合、第2レンズ部4bでの屈折率については、上記のように連続的に変化する構成であっても良く、あるいは一定であっても良い。また、第1レンズ部4a内で、屈折率が中心点Cから第2レンズ部4bとの界面に向けて連続的に変化するような分布としても良い。あるいは、第1レンズ部4a内で、屈折率が段階的に変化するような分布としても良い。さらには、こうした分布を組み合わせることもできる。これにより、所望の出射条件を満たす出射レーザ光が得られる。

[0024] また、面発光レーザ光源2は、上述したように、出射角度が抑えられ、また収差も軽減されるため、高密度に面発光レーザ光源2を配置した面発光レーザアレイ1が可能となる。さらに、高密度な配置を有する大規模高出力アレイが実現されると、高密度集光が可能となる。なお、面発光レーザアレイ1において、面発光レーザ光源2の配置は上記した2次元アレイに限定されず、1次元または2次元アレイ状に形成されていれば良い。さらに、面発光レーザアレイ1が備える面発光レーザ光源2の数はいくつでもよく、1つのみ備える場合はアレイではなく単体の面発光レーザ光源となる。

[0025] また、面発光レーザ素子3はメサ型に限らず、埋込型、平面型でも良い。また、マイクロレンズを形成する誘電体材料はSiNに限られない。

[0026] 次に、図5、図6を参照して、本実施形態に係る面発光レーザ光源2の製造方法について説明する。

[0027] ここで、本実施形態における面発光レーザ光源2の製造方法では、積層した誘電体によってマイクロレンズを形成している。特に、マイクロレンズの形成において、プラ

プラズマCVD法、反応性イオンエッチング法、プラズマエッチング法、スパッタリング法のそれぞれの特徴を生かすよう組み合わせるのが好ましい。これにより、面発光レーザ素子3に搭載されたマイクロレンズのレンズ曲面を自在に調整することが可能である。プラズマCVD法は、積層に関して方向性がないため、積層物は均一な厚さで積層される。また、プラズマエッチング法は、エッチングに関して方向性がないため、エッチングされる物の表面に対して均一な厚さでエッチングされる。また、スパッタリング法は、積層に関して垂直性があるため、曲面の曲率が維持されたままその上に積層物が積層される。また、反応性イオンエッチング法は、エッチングに関して垂直性があるので、曲率が維持されたまま曲面がエッチングされる。

- [0028] また、プラズマCVD法でSiNを積層する場合、積層に際して温度を変化させることによって積層物の屈折率が変わる。このことを利用して、積層物を、屈折率が段階的又は連続的に変化する分布屈折率構造とすることが可能である。これにより、出射レーザ光のモード制御、出射パターン(出射角度)制御だけでなく、収差軽減も可能となる。
- [0029] 本実施形態に係る面発光レーザ光源2の製造方法は、第1の誘電体積層工程、第1のレンズ形成工程、第2の誘電体積層工程、及び第2のレンズ形成工程を含んでいる。ここでは、積層する誘電体の例としてSiNを用いる。
- [0030] 図5(a)は、第1の誘電体積層工程を示す工程断面図である。
- [0031] 図5(a)に示すように、まず、基板10上に形成された面発光レーザ素子3の出射面3a上に、例えばプラズマCVD法によって、第1の誘電体材料であるSiNを積層して、第1のSiN膜11を形成する。第1のSiN膜11の屈折率は、第1の誘電体材料SiNを積層する温度によって異なり、例えば350℃で積層すると、第1のSiN膜11の屈折率は2.5となる。
- [0032] 図5(b)～図5(f)は、第1のレンズ形成工程を説明する図である。
- [0033] 図5(b)に示すように、まず、第1の誘電体積層工程で積層された第1のSiN膜11の上にレジスト材料(例えばS1818、Shipley製)を塗布し、レジスト膜12を形成する。レジスト材料の塗布は、例えば、スピコート(回転速度7000rpm、処理時間40秒)による。

- [0034] 次に、図5(c)に示すように、露光と現像を行うことにより、レジスト膜12をマスクのパターンに応じた形状にする。マスクのパターンは、面発光レーザ素子3の出射面3a上にレジスト膜12が残るように形成される。
- [0035] 続いて、図5(d)に示すように、ポストバークを施すことにより、残留したレジスト膜12を球面状に形成する。ポストバークは、例えば200℃の温度で、1分間行う。
- [0036] その後、図5(e)に示すように、プラズマエッチング法により、レジスト膜12及び第1のSiN膜11をエッチングして、球面状、即ち凸レンズ状の元レンズ13を形成する。プラズマエッチング法に使用する気体は、例えばテトラフルオロカーボン(CF₄)及び酸素(O₂)とする。この方法では、元レンズ13の表面に均一な厚さでエッチングされるため、エッチングの時間で、元レンズ13の大きさ及び曲率を調整することができる。すなわち、エッチングの時間を長くすれば、元レンズ13は小さくなり、その曲率は大きくなる。一方、エッチングの時間を短くすれば、元レンズ13は大きくなり、その曲率は小さくなる。
- [0037] その後、必要に応じて、基板10上に形成された元レンズ13の高さが一定となるような調整を行う。図5(f)は、元レンズ13を高くするよう調整した様子を示す。元レンズ13の高さを低くする場合には、反応性イオンエッチング法を適用することができる。反応性イオンエッチング法では、元レンズ13の曲率が維持されたままエッチングされる。一方、元レンズ13の高さを高くする場合には、スパッタリング法が適用される。スパッタリング法では、元レンズ13の曲率を維持したまま積層される。
- [0038] 以上によって、球面状の元レンズ13が形成される。
- [0039] 図6(a)は、第2の誘電体積層工程を示す工程断面図である。
- [0040] 図6(a)に示すように、元レンズ13上に、プラズマCVD法によって、第2の誘電体材料であるSiNを積層し、第2のSiN膜14を形成する。第2のSiN膜14の屈折率は、積層する際の温度(成膜温度)に依存する。例えば、第2の誘電体材料を、第1の誘電体材料を積層した温度350℃から連続的に変化させ、250℃まで下げることにより、第2のSiN膜14の屈折率は、元レンズ13の屈折率2.5から、第2のSiN膜14表面14aにおける屈折率約2.0へと連続的に変化する。また、第1の誘電体材料を積層した際の温度とは段階的に異なる温度で第2の誘電体材料を積層していてもよい。

あるいは、第2の誘電体積層工程における積層時の温度変化は、連続的ではなく段階的であってもよい。あるいは、積層時の温度を一定にしても良い。

[0041] 図6(b)は、第2のレンズ形成工程である。

[0042] 面発光レーザ素子3からレーザ光を出射し、その出射パターンを確認してから、所望の出射条件(例えば、コリメート光、あるいはシングルモード最大化など)を満たすよう、マイクロレンズ15の外面形状を調整する。外面形状の調整には、反応性イオンエッチング法やスパッタリング法が用いられる。マイクロレンズ15は、図6(b)に示すように、元レンズ13と第2のSiN膜14とで構成される。また、マイクロレンズ15は第1レンズ部と第2レンズ部を備えており、元レンズ13が、マイクロレンズ15の中心点Cを含む内側の第1レンズ(図3の4a)、第2のSiN膜14が、レンズ面を含む外側の第2レンズ部(図3の4b)となる。

[0043] 図6(c)は、マイクロレンズ15の形成に不要な部分を除去する工程を示す図である。具体的には、基板10にレジスト材料を塗布して、パターンニングした後、エッチングを施し、マイクロレンズ15の形成に必要な部分を除いている。この工程は、必要に応じて取り入れられ、省略することもできる。

[0044] 次に、本実施形態による面発光レーザアレイ及び面発光レーザ光源の製造方法の効果を説明する。この製造方法によれば、面発光レーザ素子3の出射面3a上にマイクロレンズ15が形成されるため、製造された面発光レーザ光源2から出射されるレーザ光の出射角度を小さくすることができる。そのため、必要に応じて出射角度を絞ったレーザ光、あるいはコリメートされたレーザ光を得ることができる。また、これにより、面発光レーザアレイ1あるいは面発光レーザ光源2を、光インターコネクションに応用した場合、クロストークを抑制することが可能になる。

[0045] また、マイクロレンズ15は、まず元レンズ13が形成され、その上に第2の誘電体材料が積層されて形成されるという2段階の形成工程を経る。このため、最終的に得られるマイクロレンズの外面形状及びレンズ内での分布屈折率構造等を様々に制御することが可能である。

[0046] また、一度レーザ光を出射して出射パターンを確認してから、マイクロレンズ15の外面形状を調整する。そのため、所望の出射条件に応じたレーザ光を得るのに、高精

度でレンズ形状を制御することが可能である。例えば、マイクロレンズ15の外面形状を調整して、コリメートされた光を得ることができる。あるいは、凹面鏡として機能するマイクロレンズ15上面の形状を調整して、面発光レーザ素子3内部に戻ってくる光を制御し、シングルモード出力を最大化することもできる。特に、イオンエッチング法又はスパッタリング法を用いて調整することにより、マイクロレンズ15の上面(レンズ面)の曲面を所望の出射条件に合わせて調整することが可能である。

[0047] さらに、第1のレンズ形成工程において使用するマスクを一度製作してしまえば、アライメントに手間取ることなく、大量に、一括してマイクロレンズ15を形成することができる。このため、酸化膜電流狭窄構造を用いた面発光レーザ光源2において、 μm オーダーで活性層直上にアライメントされた、数 μm 径のレンズの形状を制御することができ、シングルモード出力を得ることが可能となる。特に、面発光レーザアレイ1の製造においては、大量に一括してマイクロレンズ15を形成することができるため、低コストで製造することが可能となる。

[0048] また、第2の誘電体積層工程において、元レンズ13側から外側(レンズ面側)に向かって放射状に屈折率が変化するよう、第2の誘電体材料を積層させることができる。これにより、マイクロレンズ4は、所望の出射条件に合わせた分布屈折率構造を有することが可能となる。

[0049] 例えば、第2の誘電体積層工程における屈折率の放射状の変化が連続的となるように、第2の誘電体材料を積層させることができる。これにより、面発光レーザ素子3から出射される各角度の光を所望の方向に徐々に屈折させることが可能となる。具体的には、屈折率が放射状にレンズ面に向かって小さくなるように積層することにより、元レンズ13から外側においては、面発光レーザ素子3から出射される各角度のレーザ光間の光路長差が減少させられる。その結果、面発光レーザ光源2から出射されるレーザ光を集光した際の収差が軽減され、これにより、高密度に面発光レーザ光源2を配置するアレイが可能となる。

[0050] あるいは、第2の誘電体積層工程における屈折率の放射状の変化が段階的となるように、第2の誘電体材料を積層させることもできる。このような構成では、第2のSiN膜14内の屈折率が段階的に変化する界面において、面発光レーザ素子内部への

反射光を得ることができる。また、その反射量は、界面の前後での屈折率差に応じた量である。このような界面の数及び界面での屈折率差を調整することによって、マイクロレンズでの面発光レーザ素子内部への反射量を所望の値にし、モード制御することが可能となる。

[0051] 特に、この第2の誘電体材料の積層を、プラズマCVD法で材料をSiNとすると、積層時の温度を変化させることによって、第2の誘電体材料を屈折率を変化させて積層させることができる。例えば、温度を連続的に変化させることによって、屈折率も連続的に変化して積層される。また、第1の誘電体材料を積層した際の温度とは段階的に異なる温度で第2の誘電体材料を積層することによって、元レンズ13と第2の誘電体材料との界面において、段階的な屈折率差が設けられる。この界面では、その屈折率差に応じた反射量で、面発光レーザ素子3内部へ光が反射して戻っていく。したがって、界面での屈折率差を調整することによって、マイクロレンズ15での面発光レーザ素子3内部への反射量を所望の値にすることができ、モード制御が可能となる。あるいは、第2の誘電体材料の積層において、温度を段階的に変化させることによって、第2の誘電体材料の屈折率を段階的に変化させることもできる。あるいは、積層時の温度を一定にすることにより、第2のSiN膜14内において、屈折率を一定の値で一様に分布させることもできる。

[0052] また、第2のレンズ形成工程において、反応性イオンエッチング法又はスパッタリング法によりマイクロレンズの外表面形状を調整することが好ましい。これにより、マイクロレンズのレンズ面の曲面が調整される。

[0053] なお、第1の誘電体積層工程において、成膜方法はプラズマCVD法に限られず、スパッタリング法、蒸着法などでも良い。

[0054] ここで、本実施形態の製造方法によって製造されたマイクロレンズ15について、図7に原子間力顕微鏡(AFM)によって測定した断面形状を、図8に光学顕微鏡による写真を示す。AFMによる測定は、第1のレンズ形成工程を経て形成された元レンズの断面形状(図7のb)と、第2のレンズ形成工程を経た後のマイクロレンズの断面形状(図7のa)とについて行った。図7のグラフの横軸は、マイクロレンズ断面の底辺上の位置を表し、縦軸は、マイクロレンズの高さを表す。図7から、マイクロレンズの断面

形状が、第2の誘電体積層工程、第2のレンズ形成工程を経て、変化している様子が窺える。

[0055] 次に、本発明による面発光レーザ光源の第2実施形態について詳細に説明する。

図9は本実施形態に係る面発光レーザ光源20の垂直断面図である。面発光レーザ光源20が第1実施形態に係る面発光レーザ光源2と構成上異なる点は、第1実施形態に係る面発光レーザ光源2の第2レンズ部4bでの屈折率変化が連続的であるのに対して、面発光レーザ光源20の第2レンズ部21bでの屈折率変化は段階的であることである。

[0056] マイクロレンズ21は、誘電体であるSiNからなり、図9に示すように、中心点(中心部)Cを含む内側の第1レンズ部21aと、マイクロレンズ21の外面であるレンズ面21cを含む外側の第2レンズ部21bとで構成される。第2レンズ部21bは、図9に示すように、第1層21d、第2層21e、第3層21fによって構成される。これらは、第1レンズ部21a側からレンズ面21c側に向けて、第1層21d、第2層21e、第3層21fの順で形成される。また、第1レンズ部21a内及びこれら第1～第3層21d、21e、21fの各層内では、その屈折率値は一定値をとる。

[0057] これらの層は、それぞれ異なる屈折率値を有する。具体的には、第1レンズ部21aから第2レンズ部21bの第3層21fまで、屈折率は順に大→小→大→小と段階的に変化する。即ち、第1レンズ部21aの屈折率を n_{21a} 、第2レンズ部21bの第1～第3層21d、21e、21fの屈折率をそれぞれ n_{21d} 、 n_{21e} 、 n_{21f} とすると、これらは、

$$n_{21a} > n_{21d}, n_{21d} < n_{21e}, n_{21e} > n_{21f}$$

を満たす。

[0058] 次に、面発光レーザ光源20の効果について説明する。面発光レーザ素子3から出射されるレーザ光は、マイクロレンズ21によって屈折させられ、その出射角度が小さくなる。そのため、必要に応じて出射角度を絞ったレーザ光、あるいはコリメートされたレーザ光を得ることができる。したがって、面発光レーザ光源20を光インターコネクションに応用した場合、その高集積化や、チャネル間でのクロストークの抑制等が可能となる。また、マイクロレンズ21においては、分布屈折率構造をしている。そのため、屈折率の具体的な分布構造を変えることによって、レーザ光の出射条件を様々に制

御することができる。また、マイクロレンズ21は面発光レーザ素子3の出射面3a上に形成されている。そのため、アライメントのための複雑な調整をすることなく、マイクロレンズ21の位置合わせをすることが可能である。

[0059] 本実施形態におけるマイクロレンズ21の分布屈折率構造は、まず第1レンズ部21aと第2レンズ部21bとの間で段階的に屈折率が変化する構成である。そのため、第1レンズ部21aと第2レンズ部21bとの界面で、光の一部が反射し、面発光レーザ素子3内部に戻される。

[0060] さらに、第1レンズ部21aにおいて屈折率が一定値で一様に分布し、第2レンズ部21bにおいて屈折率が第1レンズ部21a側からレンズ面21c側に向けて段階的に変化している。そのため、図9に示したように、第1レンズ部21aと第2レンズ部21bとの界面の他、第2レンズ部21b内の層21d、21e、21f間における界面でも、光の一部が反射し面発光レーザ素子3内部に戻される。このように、面発光レーザ光源21は屈折率が段階的に変化する界面を多数持つため、高いシングルモード性を実現できる。また、各界面での反射率は界面の前後における屈折率差によるので、所望の反射量となるよう各層間の屈折率差を調整して、モード制御を行うことが可能である。

[0061] なお、第2レンズ部21b内での屈折率変化は本実施形態によるものに限らない。例えば、第1レンズ部21aから第2レンズ部21bの第3層21fまで、屈折率が順に小→大→小→大と段階的に変化する構成であっても良い。あるいは、大→大、または小→小と変化する構成が含まれていても良い。また、第2レンズ部21bを構成する層の数は3に限らない。さらに、各層内で屈折率が連続的に変化していても良い。

[0062] また、この場合、第1レンズ部21a内で、屈折率が中心点Cから第2レンズ部21bとの界面に向けて連続的に変化するような分布としても良い。あるいは、第1レンズ部21a内で、屈折率が段階的に変化するような分布としても良い。さらに、上記した第1レンズ部21aの分布例と第2レンズ部21bの分布例とを組み合わせることもできる。これにより、所望の出射条件を満たす出射レーザ光が得られる。

[0063] 以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されないことは言うまでもない。例えば、上記実施形態では、面発光レーザ素子

の出射面は基板と反対側の面であったが、基板側の面であってもよい。

[0064] また、出射光角度を精密に制御(コリメート光など)するようなマイクロレンズ15を一括して形成するには、計算により、面発光レーザ素子3の構造に即した分布屈折率構造の細かな設計をしておき、それに合わせて、元レンズ13の曲率、第2の誘電体材料の屈折率分布、マイクロレンズ15の外面形状を、出射角度を確認しながら、形成すれば得られる。

[0065] ここで、面発光レーザ光源の製造方法は、基板上に形成された垂直共振器型の面発光レーザ素子の出射面上に第1の誘電体材料を積層する第1の誘電体積層工程と、出射面上に積層された第1の誘電体材料を元レンズに形成する第1のレンズ形成工程と、元レンズ上に、第2の誘電体材料を積層する第2の誘電体積層工程と、面発光レーザ素子よりレーザ光を出射し、その出射パターンに基づいて、元レンズ上に積層された第2の誘電体材料の外面形状を調整して、面発光レーザ素子に対応するマイクロレンズを形成する第2のレンズ形成工程とを備えることが好ましい。

[0066] また、第2の誘電体積層工程において、元レンズの屈折率との間に段階的に屈折率の差を設けて、第2の誘電体材料を積層することが好ましい。このような構成では、第1、第2の誘電体材料の界面において、その屈折率差に応じた反射量で、面発光レーザ素子内部への反射光を得ることができる。したがって、屈折率差を調整することによって、マイクロレンズでの面発光レーザ素子内部への反射量を所望の値にし、モード制御することができる。

[0067] また、第2の誘電体積層工程において、元レンズ側から外側に向けて屈折率が変化するように、第2の誘電体材料を積層することが好ましい。これにより、所望の出射条件に合わせた分布屈折率構造を有するマイクロレンズを得ることができる。

[0068] また、第2の誘電体積層工程において、元レンズ側から外側に向けて屈折率が連続的に変化するように、第2の誘電体材料を積層することが好ましい。このように屈折率を変化させることにより、面発光レーザ光源から出射される各角度の光を所望の方向に徐々に屈折させ、光路長差を減少させることができる。これにより、面発光レーザ光源から出射される光の収差を軽減することができる。

[0069] また、第2の誘電体積層工程において、元レンズ側から外側に向けて屈折率が段

階的に変化するように、第2の誘電体材料を積層することが好ましい。屈折率が段階的に変化する界面において、その界面の前後の屈折率差に応じた反射量で面発光レーザ素子内部への反射光を得ることができる。このような界面の数及び界面での屈折率差を調整することによって、マイクロレンズでの面発光レーザ素子内部への反射量を所望の値にし、モード制御することが可能となる。

[0070] また、第2の誘電体積層工程において、第2の誘電体材料を、プラズマCVD法により積層することが好ましい。プラズマCVD法において、特にSiNの成膜では、350℃近辺においては屈折率が2.5であるが、成膜温度を下げるとH(水素)が混入し屈折率が低下する。そのため、積層時の温度を変えて成膜し、厚さ方向に屈折率分布を変化させることが可能である。また、SiO₂では、Ge、P、B等をドーピングするなどして屈折率を変化させることも可能である。それ以外の材料においても、各成膜条件を変化させることで積層される誘電体の屈折率を変化させてマイクロレンズを形成することができる。

[0071] また、第2のレンズ形成工程において、反応性イオンエッチング法又はスパッタリング法によりマイクロレンズの外表面形状を調整することが好ましい。これにより、マイクロレンズのレンズ面の曲面を調整することができる。

[0072] また、面発光レーザ光源は、基板上に形成された垂直共振器型の面発光レーザ素子と、面発光レーザ素子の出射面上に形成されたマイクロレンズとを備え、マイクロレンズは、誘電体からなり、出射面側の中心部から外側のレンズ面に向けて所定の分布で屈折率が変化する分布屈折率構造に形成されていることが好ましい。

[0073] 具体的な分布屈折率構造としては、マイクロレンズは、中心部を含む内側の第1レンズ部とレンズ面を含む外側の第2レンズ部とを備え、第1レンズ部と第2レンズ部との間で段階的に屈折率が変化することが好ましい。第1レンズ部と第2レンズ部との界面、及び第2レンズ部の表面においては、屈折率差に応じた反射量で、面発光レーザ素子内部への反射光を得ることができる。したがって、マイクロレンズでの面発光レーザ素子内部への反射量が所望の値となるように屈折率差を調整して、モード制御することができる。

[0074] また、マイクロレンズは、中心部を含む内側の第1レンズ部とレンズ面を含む外側の

第2レンズ部とを備え、第2レンズ部は、第1レンズ部側からレンズ面側に向けて屈折率が変化することが好ましい。これにより、第1レンズ部との組み合わせで、所望の出射条件に制御することができる。

[0075] この場合、第2レンズ部における第1レンズ部側からレンズ面側に向けての屈折率の変化が連続的であることが好ましい。このように屈折率を変化させることにより、面発光レーザ光源から出射される各角度の光を所望の方向に徐々に屈折させ、光路長差を減少させることができる。これにより、面発光レーザ光源から出射される光の収差を軽減することができる。

[0076] さらに、第2レンズ部における第1レンズ部側からレンズ面側に向けての屈折率の変化が段階的であることが好ましい。このような構成では、第2レンズ部内の屈折率が段階的に変化する界面において、その界面の前後の屈折率差に応じた反射量で面発光レーザ素子内部への反射光を得ることができる。このような界面の数及び界面での屈折率差を調整することによって、マイクロレンズでの面発光レーザ素子内部への反射量を所望の値にし、モード制御することが可能となる。

[0077] また、面発光レーザ光源は、面発光レーザ素子、及び対応するマイクロレンズを、基板上に1次元又は2次元アレイ状に複数形成しても良い。上記の面発光レーザ光源においては、レーザ光の出射角度が抑えられるため、高密度にアレイ化することが可能となる。

産業上の利用可能性

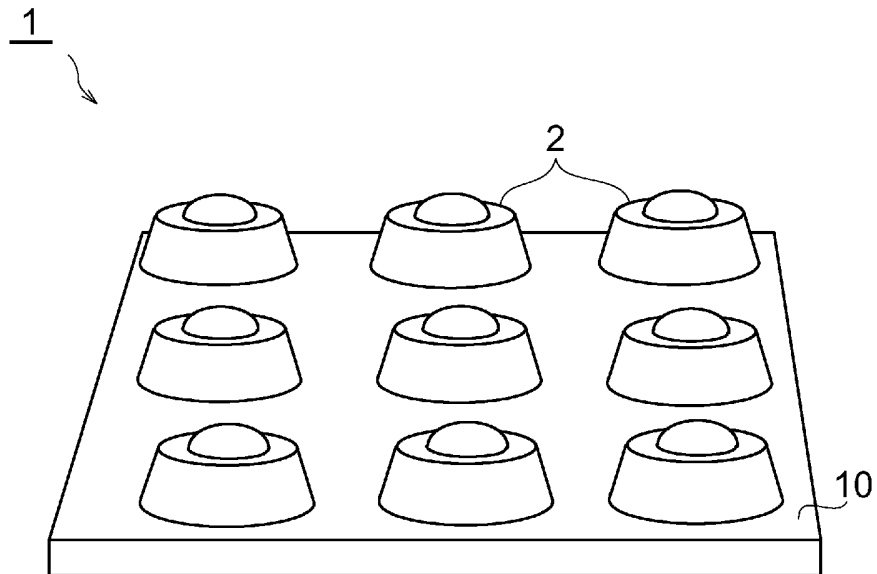
[0078] 本発明は、所望の出射条件でレーザ光を得ることができる面発光レーザ光源の製造方法及び面発光レーザ光源として利用可能である。

請求の範囲

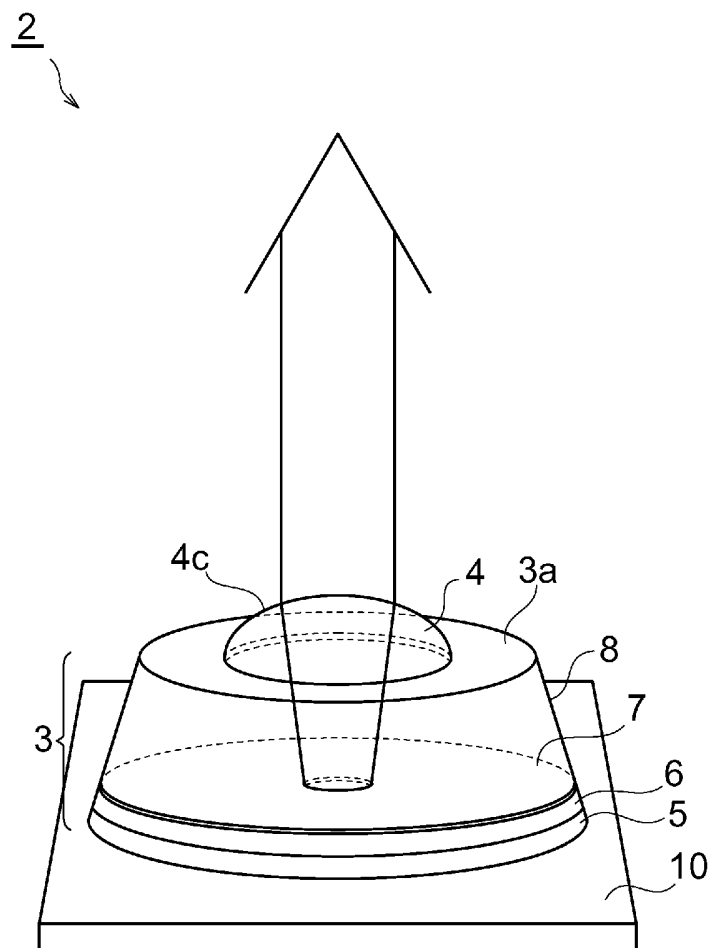
- [1] 基板上に形成された垂直共振器型の面発光レーザ素子の出射面上に第1の誘電体材料を積層する第1の誘電体積層工程と、
前記出射面上に積層された前記第1の誘電体材料を元レンズに形成する第1のレンズ形成工程と、
前記元レンズ上に、第2の誘電体材料を積層する第2の誘電体積層工程と、
前記面発光レーザ素子よりレーザ光を出射し、その出射パターンに基づいて、前記元レンズ上に積層された前記第2の誘電体材料の外面形状を調整して、前記面発光レーザ素子に対応するマイクロレンズを形成する第2のレンズ形成工程と、
を備えることを特徴とする面発光レーザ光源の製造方法。
- [2] 前記第2の誘電体積層工程において、前記元レンズの屈折率との間に段階的に屈折率の差を設けて、前記第2の誘電体材料を積層することを特徴とする請求項1に記載の面発光レーザ光源の製造方法。
- [3] 前記第2の誘電体積層工程において、前記元レンズ側から外側に向けて屈折率が変化するように、前記第2の誘電体材料を積層することを特徴とする請求項1又は2に記載の面発光レーザ光源の製造方法。
- [4] 前記第2の誘電体積層工程において、前記元レンズ側から外側に向けて前記屈折率が連続的に変化するように、前記第2の誘電体材料を積層することを特徴とする請求項3に記載の面発光レーザ光源の製造方法。
- [5] 前記第2の誘電体積層工程において、前記元レンズ側から外側に向けて前記屈折率が段階的に変化するように、前記第2の誘電体材料を積層することを特徴とする請求項3又は4に記載の面発光レーザ光源の製造方法。
- [6] 前記第2の誘電体積層工程において、前記第2の誘電体材料を、プラズマCVD法により積層することを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の面発光レーザ光源の製造方法。
- [7] 前記第2のレンズ形成工程において、反応性イオンエッチング法又はスパッタリング法により前記マイクロレンズの外面形状を調整することを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の面発光レーザ光源の製造方法。

- [8] 基板上に形成された垂直共振器型の面発光レーザ素子と、
前記面発光レーザ素子の出射面上に形成されたマイクロレンズと、を備え、
前記マイクロレンズは、誘電体からなり前記出射面側の中心部から外側のレンズ面
に向けて所定の分布で屈折率が変化する分布屈折率構造に形成されていることを
特徴とする面発光レーザ光源。
- [9] 前記マイクロレンズは、前記中心部を含む内側の第1レンズ部と前記レンズ面を含
む外側の第2レンズ部とを備え、前記第1レンズ部と前記第2レンズ部との間で段階
的に屈折率が変化することを特徴とする請求項8に記載の面発光レーザ光源。
- [10] 前記マイクロレンズは、前記中心部を含む内側の第1レンズ部と前記レンズ面を含
む外側の第2レンズ部とを備え、前記第2レンズ部は、前記第1レンズ部側から前記レ
ンズ面側に向けて屈折率が変化することを特徴とする請求項8又は9に記載の面発
光レーザ光源。
- [11] 前記第2レンズ部における前記第1レンズ部側から前記レンズ面側に向けての前記
屈折率の変化が連続的であることを特徴とする請求項10に記載の面発光レーザ光
源。
- [12] 前記第2レンズ部における前記第1レンズ部側から前記レンズ面側に向けての前記
屈折率の変化が段階的であることを特徴とする請求項10又は11に記載の面発光レ
ーザ光源。
- [13] 前記面発光レーザ素子、及び対応する前記マイクロレンズを、前記基板上に1次元
又は2次元アレイ状に複数形成してなる請求項8～12のいずれか一項に記載の面
発光レーザ光源。

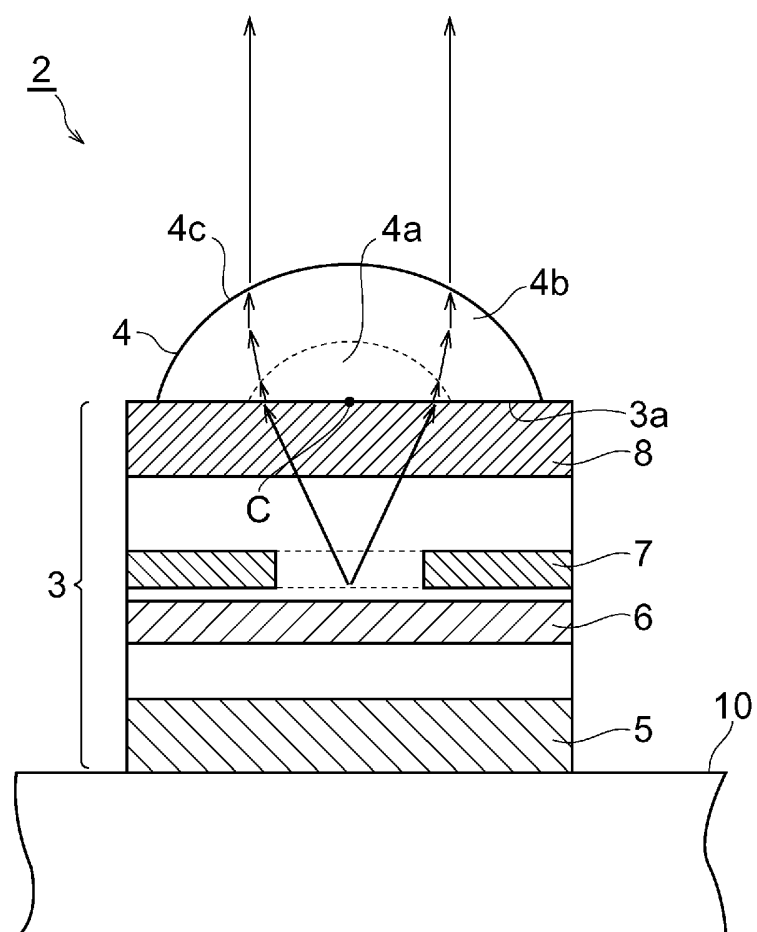
[図1]



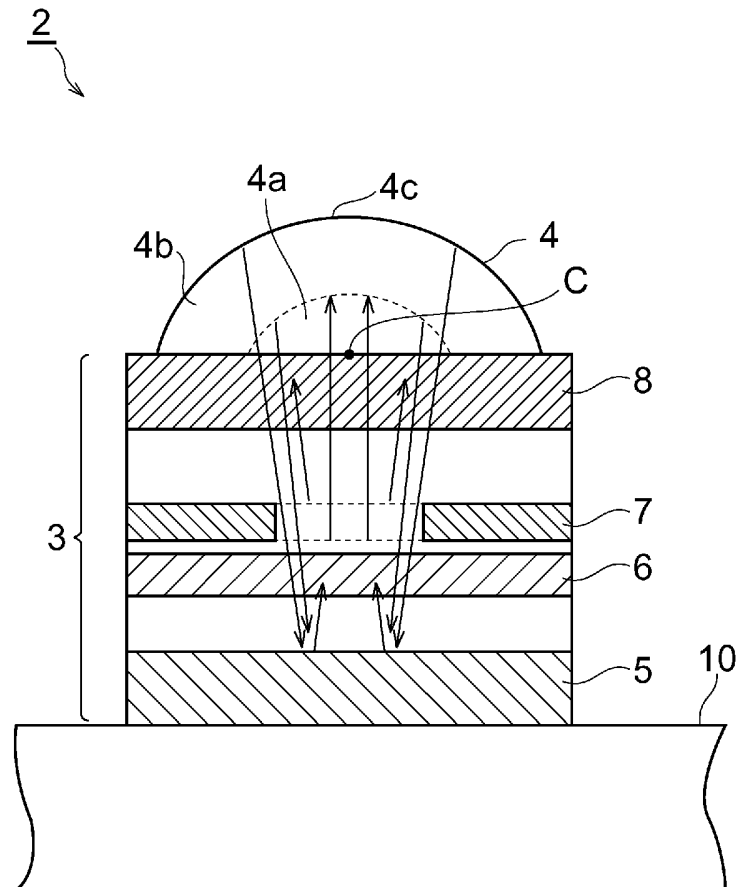
[図2]



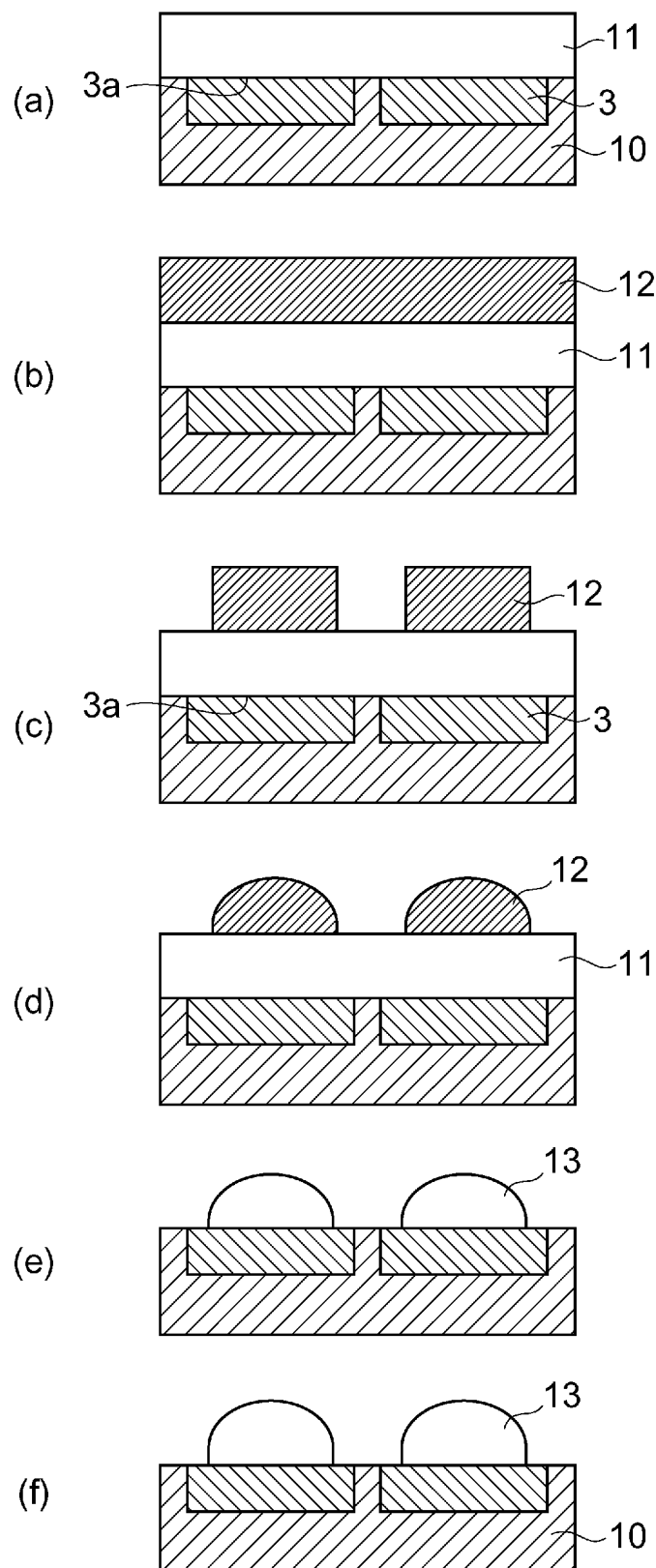
[図3]



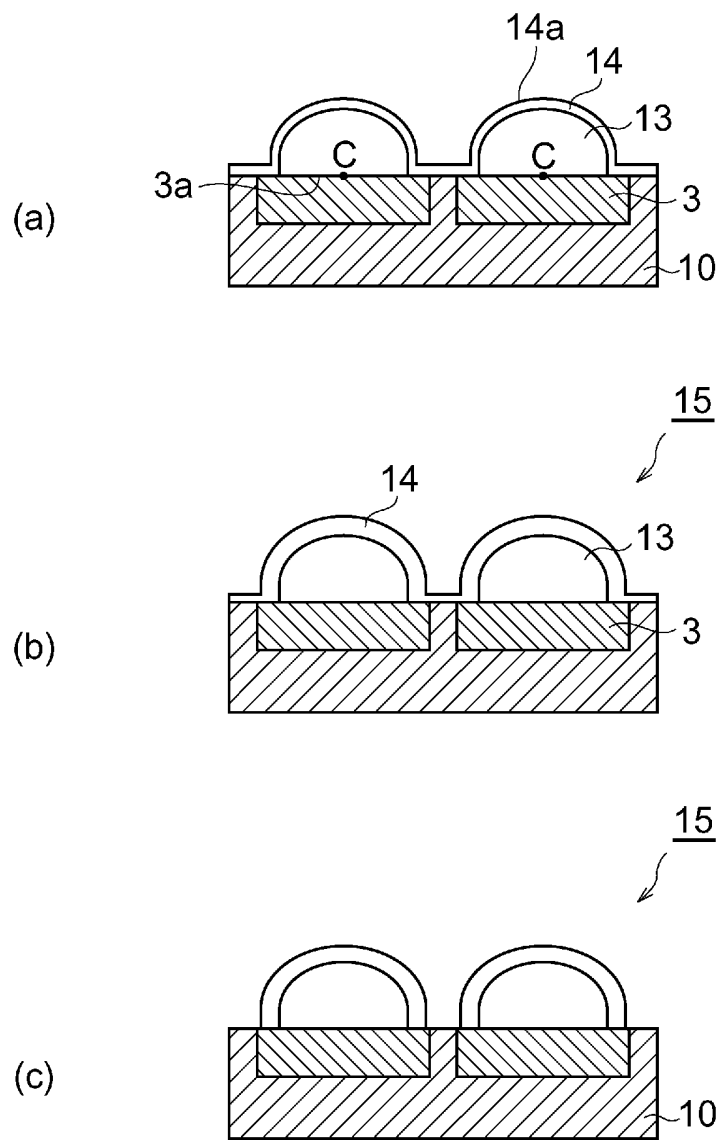
[図4]



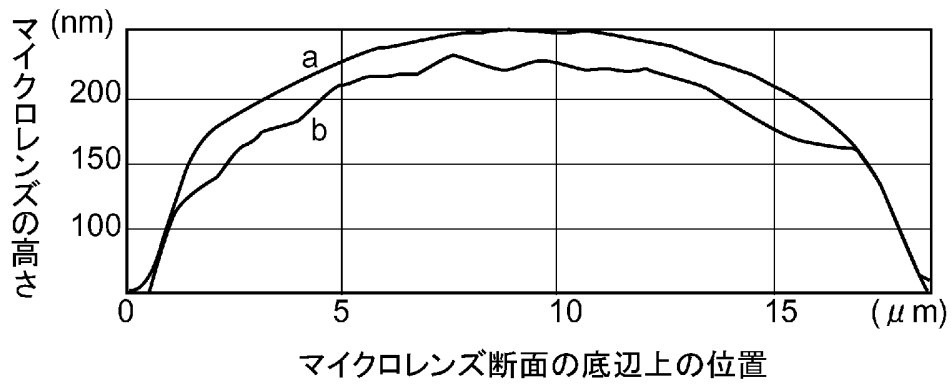
[図5]



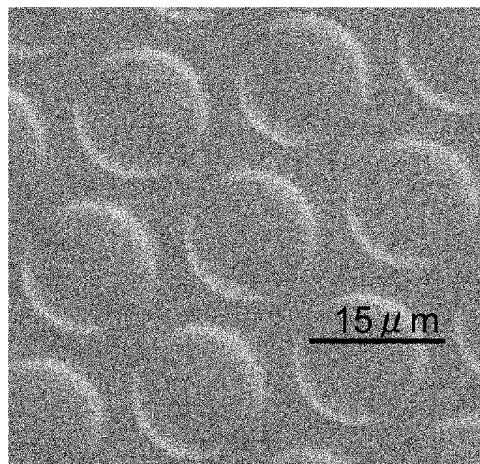
[図6]



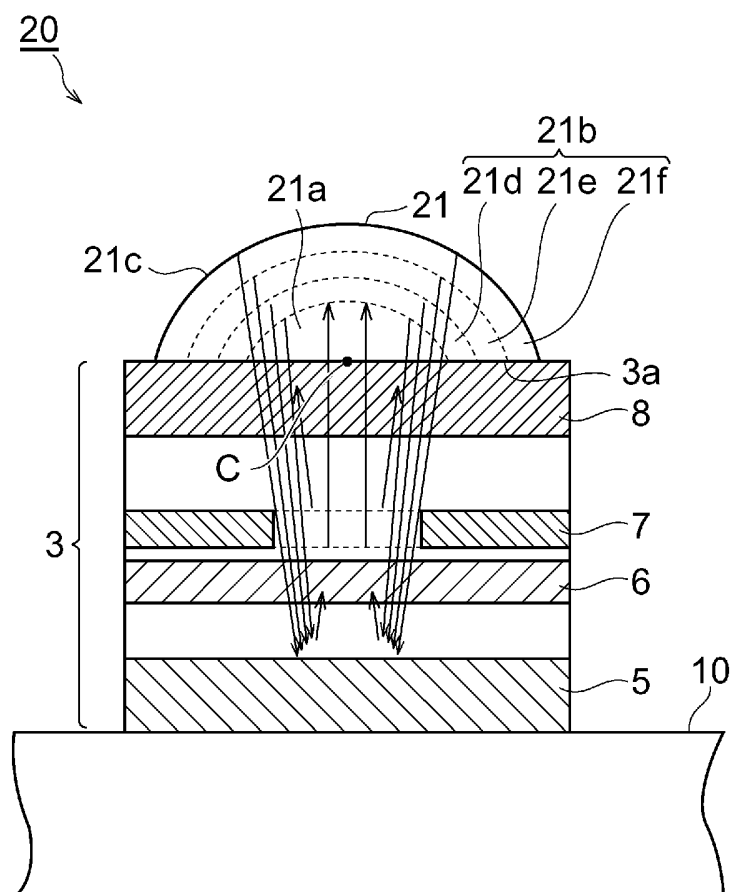
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/014909

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01S5/183

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01S5/00-5/50, H01L33/00, G02B3/00-3/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 10-335737 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 18 December, 1998 (18.12.98), Par. No. [0027]; Fig. 5 (Family: none)	8-13 1-7
Y A	JP 2002-368333 A (Heon-Su, Jeon), 20 December, 2002 (20.12.02), Par. No. [0035]; Fig. 1 & EP 1265327 A2, A3 & US 6661829 B2	8-13 1-7
Y A	US 6026111 A (Motorola), 15 February, 2000 (15.02.00), Column 5, lines 38 to 40; Fig. 1 (Family: none)	8-13 1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" 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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" 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

"X" 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

"Y" 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 September, 2005 (13.09.05)Date of mailing of the international search report
04 October, 2005 (04.10.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/014909

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2000-76682 A (Seiko Epson Corp.), 14 March, 2000 (14.03.00), Par. Nos. [0017] to [0018], [0021] to [0022] (Family: none)	8-13 1-7
Y A	JP 2003-344610 A (Yamaha Corp.), 03 December, 2003 (03.12.03), Par. Nos. [0050] to [0054]; Fig. 26 (Family: none)	8-13 1-7
A	JP 2004-72004 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 04 March, 2004 (04.03.04), Par. Nos. [0034] to [0038]; Figs. 8 to 10 & US 2004/0028328 A1	1,7
A	JP 2-284489 A (Canon Inc.), 21 November, 1990 (21.11.90), Page 3, lower left column, line 13 to page 4, upper left column, line 12; Fig. 1 (Family: none)	2-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01S5/183

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01S 5/00-5/50
H01L33/00
G02B 3/00-3/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus (JOIS)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 10-335737 A (オリンパス光学工業株式会社) 1998. 12. 18, 【0027】, 図 5 (ファミリーなし)	8-13 1-7
Y A	JP 2002-368333 A (ホンス, ジョン) 2002. 12. 20, 【0035】, 図 1 & EP 1265327 A2, A3 & US 6661829 B2	8-13 1-7
Y A	US 6026111 A (Motorola) 2000. 02. 15, 第 5 欄第 38-40 行, Fig. 1 (ファミリーなし)	8-13 1-7

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 09. 2005

国際調査報告の発送日

04. 10. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

門田 かづよ

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

2K

9512

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2000-76682 A (セイコーエプソン株式会社) 2000. 03. 14, 【0017】 - 【0018】 , 【0021】 - 【0022】 (ファミリーなし)	8-13 1-7
Y A	JP 2003-344610 A (ヤマハ株式会社) 2003. 12. 03, 【0050】 - 【0054】 , 図 26 (ファミリーなし)	8-13 1-7
A	JP 2004-72004 A (三洋電機株式会社) 2004. 03. 04, 【0034】 - 【0038】 , 図 8-10 & US 2004/0028328 A1	1, 7
A	JP 2-284489 A (キヤノン株式会社) 1990. 11. 21, 第 3 頁左下欄第 13 行-第 4 頁左上欄第 12 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	2-6