



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**：分光モジュール及び分光モジュールの製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、光を分光して検出する分光モジュール及びその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来の分光モジュールとして、例えば特許文献1～3に記載されたものが知られている。特許文献1には、光を透過させる支持体と、支持体に光を入射させる入射スリット部と、支持体に入射した光を分光して反射する凹面回折格子と、凹面回折格子によって分光されて反射された光を検出するダイオードと、を備える分光モジュールが記載されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開平4-294223号公報  
特許文献2：特開2000-65642号公報  
特許文献3：特開2004-354176号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1記載の分光モジュールにあつては、入射スリット部から入射した光が支持体内で散乱する迷光となり、分光モジュールの信頼性が低下するおそれがある。

[0005] そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、信頼性の高い分光モジュール及びその分光モジュールの製造方法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

[0006] 上記目的を達成するために、本発明に係る分光モジュールは、光を透過させる本体部と、本体部の所定の面側から本体部に入射した光を分光すると共

に所定の面側に反射する分光部と、所定の面上に配置され、分光部によって分光された光を検出する光検出素子と、を備え、光検出素子は、分光部に進行する光が通過する光通過孔が形成された基板部を有し、光通過孔は、光入射開口を画定する光入射側部、及び光出射開口を画定する光出射側部を含み、光入射側部は、所定の面と略平行な底面を有し且つ所定の面に向かって先細りとなるように形成され、光出射側部は、所定の面と略垂直な側面を有し且つ底面と対向するように形成されたことを特徴とする。

[0007] この分光モジュールでは、分光部に進行する光が光通過孔を通過するに際し、本体部の所定の面側に向かって先細りとなる光入射側部の底面と対向するように形成された光出射側部に入射した光のみが光出射開口から出射される。このとき、光入射側部の側面や底面に入射した光は、光出射側部の反対側に反射されるので、光出射側部に迷光が入射することを抑制することができる。従って、分光モジュールの信頼性を向上させることが可能となる。

[0008] 本発明に係る分光モジュールにおいては、光検出素子と所定の面との間には、光を吸収する光吸収層が形成されており、光吸収層は、光通過孔を介して分光部に進行する光が通過する光通過スリットを有し、光通過スリットの幅は、分光部に形成されたグレーティング溝の延在方向と略直交する方向において光出射側部の最小幅より小さくなっていることが好ましい。

[0009] 分光モジュールの分解能は、グレーティング溝の延在方向と略直交する方向におけるスリットの最小幅に大きく影響される。このため、グレーティング溝の延在方向と略直交する方向において、光検出素子の光通過孔の最小幅より光吸収層の光通過スリットの幅を小さくすることで、分光モジュールの分解能を向上させることができる。このことは、分光モジュールの信頼性の向上に有利である。

[0010] 本発明に係る分光モジュールにおいては、基板部は、結晶材料からなり、光入射側部の側面は、(111)結晶面に沿って形成されていることが好ましい。Siなどの結晶材料からなる基板部に対し、ウェットエッチングなどにより材料の(111)結晶面に沿って側面を形成することで、精度良く光

入射側部を形成することができるので、高精度な光通過孔の形成が可能となり、分光モジュールの信頼性の向上を図ることができる。

[0011] 本発明に係る分光モジュールの製造方法は、光を透過させる本体部と、本体部の所定の面側から本体部に入射した光を分光すると共に所定の面側に反射する分光部と、分光部によって分光された光を検出する光検出素子と、を備える分光モジュールの製造方法であって、光通過孔が形成された基板部を有する光検出素子を用意する光検出素子用意工程と、光検出素子用意工程において用意した光検出素子と分光部とを本体部上に配置する配置工程と、を備え、光検出素子用意工程は、基板部の一方の主面側からウェットエッチングを施すことにより、一方の主面と略平行な底面を有し且つ他方の主面に向かって先細りとなるように、光通過孔の光入射開口を画定する光入射側部を形成する光入射側部形成工程と、光入射側部形成工程の後に、基板部の他方の主面側からドライエッチングを施すことにより、一方の主面と略垂直な側面を有し且つ底面と対向するように、光通過孔の光出射開口を画定する光出射側部を形成する光出射側部形成工程と、を含むことを特徴とする。

[0012] 本発明に係る分光モジュールの製造方法によれば、基板部に光通過孔を形成するに際し、基板部の一方の主面側からウェットエッチングを施すことにより、光入射開口を画定する光入射側部を形成した後、基板部の他方の主面側からドライエッチングを施すことにより、光出射開口を画定する光出射側部を形成する。このように、ウェットエッチングを施すことにより光入射側部を形成することで、光検出素子用意工程の短時間化及び低コスト化を図ることができる。また、ドライエッチングを施すことにより光出射側部を精度良く形成することで、安定した光通過特性を有する光通過孔の形成が可能となり、分光モジュールの信頼性の向上を図ることが可能となる。

### 発明の効果

[0013] 本発明によれば、信頼性の高い分光モジュールを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態に係る分光モジュールの平面図である。

[図2] 図1に示すI I - I I線に沿った断面図である。

[図3] 分光モジュールの下面図である。

[図4] 光通過孔を示す要部拡大断面図である。

[図5] 光通過孔を示す要部拡大平面図である。

[図6] 光入射側部を形成する工程を説明するための断面図である。

[図7] 光出射側部を形成する工程を説明するための断面図である。

[図8] 光通過孔の変形例を示す、図5に対応する要部拡大平面図である。

[図9] 光通過孔の変形例を示す、図5に対応する要部拡大平面図である。

[図10] 光通過孔の変形例を示す、図5に対応する要部拡大平面図である。

[図11] 第2の実施形態に係る分光モジュールを示す、図2に対応する断面図である。

[図12] 第2の実施形態に係る光通過孔を示す、図3に対応する要部拡大断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明に係る分光モジュールの好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。尚、各図において同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

#### [第1の実施形態]

[0016] 図1, 2に示されるように、分光モジュール1は、前面(所定の面)2aから入射した光L1を透過させる基板(本体部)2と、基板2を透過して入射面3aから入射した光L1を透過させるレンズ部(本体部)3と、レンズ部3に入射した光L1を分光すると共に反射する分光部4と、分光部4によって分光された光L2を検出する光検出素子5と、を備えている。分光モジュール1は、光L1を分光部4で複数の波長に対応した光L2に分光し、その光L2を光検出素子5で検出することにより、光L1の波長分布や特定波長成分の強度などを測定するマイクロ分光モジュールである。

[0017] 基板2は、BK7、パイレックス(登録商標)、石英などの光透過性ガラス、プラスチックなどによって、長方形板状(例えば、全長15~20mm

、全幅11～12mm、厚さ1～3mm)に形成されている。基板2の前面2aには、AlやAuなどの単層膜、或いはCr-Pt-Au、Ti-Pt-Au、Ti-Ni-Au、Cr-Auなどの積層膜からなる配線11が形成されている。配線11は、基板2の中央部に配置された複数のパッド部11a、基板2の長手方向における一端部に配置された複数のパッド部11b、及び対応するパッド部11aとパッド部11bとを接続する複数の接続部11cを有している。また、配線11は、CrOなどの単層膜、或いはCr-CrOなどの積層膜からなる光反射防止層を基板2の前面2a側に有している。

[0018] 尚、基板2の前面2aに形成された光吸収層13は、光検出素子5の光通過孔50(後述)を介して分光部4に進行する光L1が通過するスリット(光通過スリット)13a、及び光検出素子5の光検出部5b(後述)に進行する光L2が通過する開口部13bを有している。光吸収層13の材料としては、ブラックレジスト、フィラー(カーボンや酸化物など)が入った有色の樹脂(シリコーン、エポキシ、アクリル、ウレタン、ポリイミド、複合樹脂など)、CrやCoなどの金属又は酸化金属、或いはその積層膜、ポーラス状のセラミックや金属又は酸化金属が挙げられる。

[0019] 図2、3に示されるように、レンズ部3は、基板2と同一の材料、光透過性樹脂、光透過性の無機・有機ハイブリッド材料、或いはレプリカ成形用の光透過性低融点ガラス、プラスチックなどによって、半球状のレンズがその入射面(底面)3aと略直交し且つ互いに略平行な2つの平面で切り落とされて側面3bが形成された形状(例えば曲率半径6～10mm、入射面3aの全長12～18mm、入射面3aの全幅(側面3bの間の距離)6～10mm、高さ5～8mm)に形成されており、分光部4によって分光された光L2を光検出素子5の光検出部5bに結像するレンズとして機能する。尚、レンズ形状は球面レンズに限らず、非球面レンズであっても良い。

[0020] 分光部4は、レンズ部3の外側表面に形成された回折層6、回折層6の外側表面に形成された反射層7、並びに回折層6及び反射層7を覆うパッシベ

ーション層 8 を有する反射型グレーティングである。回折層 6 は、基板 2 の長手方向に沿って複数のグレーティング溝 6 a が並設されることによって形成され、グレーティング溝 6 a の延在方向は、基板 2 の長手方向と略直交する方向と略一致する。回折層 6 は、例えば、鋸歯状断面のブレードグレーティング、矩形状断面のバイナリグレーティング、正弦波状断面のホログラフィックグレーティングなどが適用され、光硬化性のエポキシ樹脂、アクリル樹脂、又は有機無機ハイブリッド樹脂などのレプリカ用光学樹脂を光硬化させることによって形成される。反射層 7 は、膜状であって、例えば、回折層 6 の外側表面に Al や Au など蒸着することで形成される。尚、反射層 7 を形成する面積を調整することで、分光モジュール 1 の光学 NA を調整することができる。また、レンズ部 3 と分光部 4 を構成する回折層 6 とを、上記の材料により一体に形成することも可能である。パッシベーション層 8 は、膜状であって、例えば、回折層 6 及び反射層 7 の外側表面に  $MgF_2$  や  $SiO_2$  など蒸着することで形成される。

[0021] 図 1, 2 及び図 4 に示されるように、光検出素子 5 は、基板 2 の前面 2 a 上に配置され、長形状（例えば、全長 5 ~ 10 mm、全幅 1.5 ~ 3 mm、厚さ 0.1 ~ 0.8 mm）の半導体基板 5 a（基板部）を有している。半導体基板 5 a は、Si、GaAs、InGaAs、Ge、SiGe などの結晶材料からなる。

[0022] 半導体基板 5 a の分光部 4 側の面には、光検出部 5 b が形成されている。光検出部 5 b は、CCD イメージセンサ、PD アレイ、或いは CMOS イメージセンサなどであり、複数のチャンネルが分光部 4 のグレーティング溝 6 a の延在方向と略直交する方向（グレーティング溝 6 a の並設方向）に配列されてなる。また、半導体基板 5 a の分光部 4 と反対側の面には、Al や Au などから構成される遮光層 12 が蒸着によって形成されている。

[0023] 光検出部 5 b が CCD イメージセンサの場合、2 次元的に配置されている画素に入射された位置における光の強度情報がラインビニングされることにより、1 次元の位置における光の強度情報とされて、その 1 次元の位置にお

ける光の強度情報が時系列的に読み出される。つまり、ラインビニングされる画素のラインが1チャンネルとなる。光検出部5bがPDアレイ又はCMOSイメージセンサの場合、1次的に配置されている画素に入射された位置における光の強度情報が時系列的に読み出されるため、1画素が1チャンネルとなる。

[0024] 尚、光検出部5bがPDアレイ又はCMOSイメージセンサであって、画素が2次元配列されている場合には、分光部4のグレーティング溝6aの延在方向と平行な1次元配列方向に並ぶ画素のラインが1チャンネルとなる。また、光検出部5bがCCDイメージセンサの場合、例えば、配列方向におけるチャンネル同士の間隔が12.5 $\mu$ m、チャンネル全長（ラインビニングされる1次元画素列の長さ）が1mm、配列されるチャンネルの数が256のものが光検出素子5に用いられる。

[0025] 図2、4及び図5に示されるように、半導体基板5aには、チャンネルの配列方向において光検出部5bと並設され、分光部4に進行する光L1が通過する光通過孔50が形成されている。光通過孔50は、基板2の前面2aと略直交する方向に延在し、光検出部5bに対して高精度に位置決めされた状態でエッチングによって形成されている。

[0026] 光通過孔50は、光L1が入射する光入射開口51aを画定する光入射側部51、及び光L1が出射する光出射開口52aを画定する光出射側部52から構成されている。光入射側部51は、基板2の前面2aに向かって先細りとなるように略四角錘台形状に形成され、基板2の前面2aと略平行な底面51bを有している。

[0027] 光出射側部52は、半導体基板5aの分光部4側の面から、光入射側部51の底面51bと対向し、且つ連結するように略四角柱形状に形成されており、基板2の前面2aと略垂直な側面52bを有している。光出射側部52は、光検出部5bのチャンネル配列方向（グレーティング溝6aの延在方向と略直交する方向）において、その幅H1（最小幅）が光吸収層13のスリット13aの幅H2より大きくなるように形成されている。

[0028] また、半導体基板 5 a と基板 2 又は光吸収層 1 3 との間には、少なくとも光 L 2 を透過させるアンダーフィル材 1 5 が充填されている。半導体基板 5 a の基板 2 側の面には、光出射開口 5 2 a の周囲を囲むように矩形環状の凸部 5 3 が形成されており、充填されたアンダーフィル材 1 5 は、光出射開口 5 2 a に到達する前に凸部 5 3 でせき止められる。これにより、光通過孔 5 0 へのアンダーフィル材 1 5 の進入が防止されるため、アンダーフィル材 1 5 によって屈折されたり拡散されたりすることなく、本体部 2 に光を入射させることができる。また、光吸収層 1 3 から露出したパッド部 1 1 a には、光検出素子 5 の外部端子が、バンプ 1 4 を介したフェースダウンボンディングによって電氣的に接続されている。パッド部 1 1 b は、外部の電気素子（不図示）と電氣的に接続される。

[0029] 上述した分光モジュール 1 の製造方法について説明する。

[0030] まず、光検出素子 5 を用意する。例えば Si から構成される半導体基板 5 a において、KOH（水酸化カリウム）や TMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキサイド）などを用いたアルカリエッチングなどを施すことによって予定される光出射開口 5 2 a を囲むように矩形環状の凸部 5 3 を形成する。その後、他方の主面 B 側に光検出部 5 b や配線や電極パッドを用意する。

[0031] 続いて、検出部 5 b を基準として両面アライメントを用いたフォトリソグラフィにて所定の位置にマスクを開口し、アルカリエッチングを施すことによって略四角錘台形状の光入射側部 5 1 を形成する（図 6 参照）。このとき、例えば Si から構成される半導体基板 5 a においては、アルカリエッチングを施すことにより（100）結晶面に対して約 55° 傾斜した（111）結晶面に沿って光入射側部 5 1 の側面 5 1 c が形成される。そして、検出部 5 b を基準としたフォトリソグラフィにて半導体基板 5 a の他方の主面 B に対して、所定の位置にプラズマ放電を用いたシリコンディーブドライエッチングを施すことによって光入射側部 5 1 の底面 5 1 b に対向する略四角柱形状の光出射側部 5 2 を形成する（図 7 参照）。このようにして、半導体基板 5 a

の一方の主面Aと略直交する方向に延在する光通過孔50が形成される。その後、一方の主面A及び光入射側部51の側面51c及び底面51b上に、AlやAuなどを蒸着させることで遮光層12を形成し、検出部5bを基準としてウェハをダイニングすることにより光検出素子5を用意する。

[0032] 次に、レンズ部3に分光部4を形成する。具体的には、レンズ部3の頂点付近に滴下したレプリカ用光学樹脂に対し、回折層6に対応するグレーティングが刻まれた光透過性のマスターグレーティングを押し当てる。そして、この状態で光を照射することによりレプリカ用光学樹脂を硬化させ、好ましくは、安定化させるために加熱キュアを行うことで、複数のグレーティング溝6aを有する回折層6を形成する。その後、マスターグレーティングを離型して、回折層6の外側表面にAlやAuなどをマスク蒸着や全面蒸着することで反射層7を形成し、更に、回折層6及び反射層7の外側表面にMgF<sub>2</sub>やSiO<sub>2</sub>などをマスク蒸着や全面蒸着することでパッシベーション層8を形成する。

[0033] その一方で、基板2を準備し、スリット13a及び開口部13bを有する光吸収層13を基板2の前面2aに形成する。尚、スリット13a及び開口部13bは、基板2に分光部4を位置決めするための基準部となる基板2の外縁部に対して所定の位置関係を有するように形成される。

[0034] 光吸収層13の上には、光検出素子5がフェースダウンボンディングによって実装される。続いて、光検出素子5と基板2の前面2aとの間にアンダーフィル材15が充填される。その後、分光部4が形成されたレンズ部3を、基板2の外縁部を基準部として、光学樹脂剤18によって基板2の後面2bに接着することで、分光モジュール1を得る。尚、この際、光検出素子5と基板2とはバンプ14を介して電氣的に接続されている。

[0035] 上述した分光モジュール1の作用効果について説明する。

[0036] この分光モジュール1では、分光部4に進行する光L1が光通過孔50を通過するに際し、基板2側に向かって先細りとなる光入射側部51の底面51bと対向するように形成された光出射側部52に入射した光のみが光出射

開口52aから出射される。このとき、光入射側部51の底面51bや側面51cに入射した迷光Mは、光入射開口51a側に反射されるので、光出射側部52に迷光が入射することを抑制することができる。従って、分光モジュール1の信頼性を向上させることが可能となる。

[0037] また、この分光モジュール1では、ウェハ状態の半導体基板5aに対し、アルカリエッチングを施すことによって光入射側部51を一括して形成することで、光検出素子5の用意工程における短時間化及び低コスト化を図ることができる。

[0038] また、半導体基板5aの他方の主面Bから、シリコンディープライエッチングを施すことにより光出射側部52を精度良く形成することができるので、安定した光通過特性を有する光通過孔50の形成が可能となり、分光モジュール1の信頼性の向上を図ることができる。具体的には、分光モジュール1では、光検出部5bが配置される他方の主面B側から、光出射側部52を形成するため、同一面上の光検出部5bに対する光出射側部52の位置精度を高くすることが可能となる。この光通過孔50の光出射側部52を通過する光が分光部4のグレーティング溝6aで回折されると共に反射され、光検出部5bにおいて検出されるため、光出射側部52と光検出部5bとの位置精度を向上させることにより、分光モジュール1の信頼性の向上を図ることが可能となる。更に、この光出射側部52の開口断面の形状（すなわち光出射開口52aの形状）が光検出部5bにおいて光学的に結像され、半導体基板5aの長手方向における光出射側部52の最小幅に対応して光検出部5bのチャンネルが配列されている。このため、分光モジュール1の分解能は、チャンネルの配列方向における光出射側部52の最小幅に大きく影響される。従って、シリコンディープライエッチングを施すことによって光出射側部52を精度良く形成することで、製品毎に分解能にバラツキが生じることを抑制し、分光モジュール1の信頼性の向上を図ることが可能となる。

[0039] また、この分光モジュール1においては、半導体基板5aがSiなどの結晶材料から構成されており、アルカリエッチングを施すことにより材料の（

111) 結晶面に沿って側面を形成することで、精度良く光入射側部51を形成することができるので、高精度な光通過孔50の形成が可能となる。従って、分光モジュール1の信頼性の向上を図ることが可能となる。

[0040] また、分光モジュール1の分解能は、グレーティング溝6aの延在方向と略直交する方向において、光が通過するスリットの最小幅に大きく影響される。このため、グレーティング溝6aの延在方向と略直交する方向において、光検出素子5における光通過孔50の最小幅H1より光吸収層13のスリット13aの幅H2を小さくすることで、分光モジュール1の分解能を向上させることができる。このことは、分光モジュール1の信頼性の向上に有利である。

[0041] 尚、図8に示されるように、光検出素子5に形成される光通過孔60は、光入射側部61の底面61bと略垂直な側面62bを有する光出射側部62が断面長円形状に形成されていても良い。また、図9に示されるように、図5と比べて、半導体基板5aの長手方向と略直交する方向（グレーティング溝6aの延在方向）に光出射側部72が延長され、光入射側部71の底面71bの幅と光出射側部72の開口断面の幅とが等しくなるように、すなわち光出射側部72の側面72bと光入射側部71の側面71cとが直接連結するように形成されていても良い。或いは、図10に示されるように、図9と比べて、更に光出射側部82が延長され、半導体基板5aの長手方向と略直交する方向における光入射側部81の底面81bの幅より、光出射側部82の開口断面の幅が長くなるように形成されていても良い。

#### [第2の実施形態]

[0042] 第2の実施形態に係る分光モジュール21は、光検出素子の構成と基板の前面に配線基板が配置されている点とが第1の実施形態に係る分光モジュール1と相違している。

[0043] 図11, 12に示されるように、分光モジュール21においては、光検出素子22の分光部4と反対側の面に、端子電極23が複数形成されている。各端子電極23は、対応する配線基板24のパッド部24aとワイヤ26に

よって接続されている。これにより、端子電極 23 と配線基板 24 とが電氣的に接続されて、光検出部 22b で発生した電気信号は、端子電極 23、配線基板 24 のパッド部 24a 及びパッド部 24b を介して外部に取り出される。

[0044] 半導体基板 22a に形成された光通過孔 90 は、光入射開口 91a を画定する光入射側部 91、及び光出射開口 92a を画定する光出射側部 92 から構成されている。光入射側部 91 は、基板 2 の前面 2a と略垂直な側面 91b を有している。光出射側部 92 は、基板 2 の前面 2a に向かって末広がりとなるように略四角錘台形状に形成され、基板 2 の前面 2a と略平行な上面 92b を有している。光入射側部 91 は、光出射側部 92 の上面 92b に対向して略四角柱形状に形成され、その側面 91b は、光出射側部 92 の上面 92b に連結されている。また、基板 2 の前面 2a に形成された光吸収層 27 は、分光部 4 のグレーティング溝 6a の延在方向と略直交する方向において、光入射側部 91 の最小幅より幅の小さいスリット（光通過スリット）27a を有している。

[0045] 上述した分光モジュール 21 の製造方法の製造方法について説明する。

[0046] まず、光検出素子 22 を用意する。例えば Si から構成されるウェハ状態の半導体基板 22a において、他方の主面 B 側に光検出部 22b や配線や電極パッドを用意する。その後、他方の主面 B の SiO<sub>2</sub> などの絶縁膜上に、Al や Au など蒸着させることで遮光層 29 を形成し、光検出素子 22 を用意する。

[0047] 続いて、KOH（水酸化カリウム）や TMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）などを用いたアルカリエッチングやドライエッチングなどを施すことによって予定される光出射開口 92a を囲むように矩形環状の凸部 93 を形成する。その後、光検出部 22b を基準として、半導体基板 22a の一方の主面 A に対して、両面アライメントを用いたフォトリソグラフィにて所定の位置にマスクを開口し、KOH（水酸化カリウム）や TMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）を用いたアルカリエッチング

を施すことによって略四角錘台形状の光出射側部 9 2 を形成する。そして、検出部 2 2 b を基準としたフォトグラフィにて半導体基板 2 2 a の他方の主面 B に対して、所定の位置にプラズマ放電を用いたシリコンディーブドライエッチングを施すことによって光出射側部 9 2 の底面 9 2 b に連結する略四角柱形状の光入射側部 9 1 を形成する。このようにして、半導体基板 2 2 a の一方の主面 A と略直交する方向に延在する光通過孔 9 0 が形成される。その後、一方の主面 A 及び光入射側部 9 1 の側面 9 1 c 及び底面 9 1 b 上に、A 1 や A u など蒸着させることで遮光層 2 9 を形成し、検出部 2 2 b を基準としてウェハをダイニングすることにより光検出素子 2 2 を用意する。

[0048] そして、光検出素子 2 2 と基板 2 の外縁部あるいはアライメントマークを基準部として、光検出素子 2 2 の他方の主面 B 側と光学樹脂材 1 7 によって基板 2 の前面 2 a に接着する。その後、対応する光検出素子 2 2 の端子電極 2 3 と基板 2 のパッド部 2 4 a とをワイヤ 2 6 によって接続する。パッド部 2 4 a は配線層 1 9 を介して端子パッド部 2 4 b に電氣的に接続されている。尚、基板 2 において、黒レジストなどからなる光吸収層が光検出素子 2 2 の外周部に配置されているために、外乱光や分光部 4 からの信号として不要な反射光を吸収し、信頼性を確保することができる。

[0049] そして、分光部 4 が形成されたレンズ部 3 を、基板 2 の外縁部を基準部として、光学樹脂剤 1 8 によって基板 2 の後面 2 b に接着することで、分光モジュール 2 1 を得る。

[0050] 上述した第 2 の実施形態に係る分光モジュール 2 1 によれば、ウェハ状態の半導体基板 2 2 a に対し、アルカリエッチングを施すことによって光出射側部 9 2 を一括して形成することで、光検出素子 2 2 の用意工程における短時間化及び低コスト化を図ることができる。また、半導体基板 5 a の他方の主面 B から、シリコンディーブドライエッチングを施すことにより光出射側部 5 2 を精度良く形成することができるので、安定した光通過特性を有する光通過孔 5 0 の形成が可能となり、分光モジュール 1 の信頼性の向上を図ることができる。

- [0051] 本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。
- [0052] 例えば、第1の実施形態における光入射側部及び第2の実施形態における光出射側部の形状は、略四角錘台形状に限られず、基板2の前面2aと略平行な底面（上面）を有し、且つ前面2aに向かって先細りとなる形状であれば良い。同様に、第1の実施形態における光出射側部及び第2の実施形態における光入射側部の形状は、略四角柱形状に限られず、基板2の前面2aと略垂直な側面を有し、且つ、対となる光入射側部（光出射側部）の底面（上面）に対向するように形成されていれば良い。
- [0053] また、光通過孔は、光入射側部と光出射側部とが直接連結する態様に限られず、その間を連結する中間部（例えば、側面の傾斜角度や開口断面の形状が異なる部位）が設けられていても良い。
- [0054] また、第1の実施形態における光入射側部及び第2の実施形態における光出射側部は、アルカリエッチングによって形成される場合に限られず、種々のウェットエッチングやドライエッチングによって形成される態様であれば良い。同様に、第1の実施形態における光出射側部及び第2の実施形態における光入射側部は、シリコンディーブドライエッチングによって形成する場合に限られず、種々のドライエッチングによって形成される態様であれば良い。
- [0055] また、上述した第1の実施形態において、第2の実施形態における光通過孔の構成を採用しても良く、第2の実施形態において、第1の実施形態における光通過孔の構成を採用しても良い。

### 産業上の利用可能性

- [0056] 本発明によれば、信頼性の高い分光モジュールを提供することができる。

### 符号の説明

- [0057] 1, 21…分光モジュール、2…基板（本体部）、2a…前面（所定の面）、3…レンズ部（本体部）、4…分光部、5, 22…光検出素子、5a, 22a…半導体基板、光検出部…5b, 22b、6…回折層、6a…グレーティング溝、13, 27…光吸収層、50, 60, 70, 80, 90…光通

過孔、51, 61, 71, 81, 91…光入射側部、52, 62, 72, 82, 92…光出射側部、51a, 61a, 71a, 81a, 91a…光入射開口、51b, 61b, 71b、81b…底面、51c, 61c, 71c, 81c, 92c…側面、52a, 62a, 72a, 82a, 92a…光出射開口、92b…上面（底面）、52b, 62b, 72b, 82b, 91b…側面、A…一方の主面、B…他方の主面。

## 請求の範囲

[請求項1]

光を透過させる本体部と、  
前記本体部の所定の面側から前記本体部に入射した光を分光すると共に前記所定の面側に反射する分光部と、  
前記所定の面上に配置され、前記分光部によって分光された光を検出する光検出素子と、を備え、  
前記光検出素子は、前記分光部に進行する光が通過する光通過孔が形成された基板部を有し、  
前記光通過孔は、光入射開口を画定する光入射側部、及び光出射開口を画定する光出射側部を含み、  
前記光入射側部は、前記所定の面と略平行な底面を有し且つ前記所定の面に向かって先細りとなるように形成され、  
前記光出射側部は、前記所定の面と略垂直な側面を有し且つ前記底面と対向するように形成されたことを特徴とする分光モジュール。

[請求項2]

前記光検出素子と前記所定の面との間には、光を吸収する光吸収層が形成されており、  
前記光吸収層は、前記光通過孔を介して前記分光部に進行する光が通過する光通過スリットを有し、  
前記光通過スリットの幅は、前記分光部に形成されたグレーティング溝の延在方向と略直交する方向において前記光出射側部の最小幅より小さくなっていることを特徴とする請求項1に記載の分光モジュール。

[請求項3]

前記基板部は、結晶材料からなり、  
前記光入射側部の側面は、(1 1 1)結晶面に沿って形成されていることを特徴とする請求項1に記載の分光モジュール。

[請求項4]

光を透過させる本体部と、前記本体部の所定の面側から前記本体部に入射した光を分光すると共に前記所定の面側に反射する分光部と、前記分光部によって分光された光を検出する光検出素子と、を備える

分光モジュールの製造方法であって、

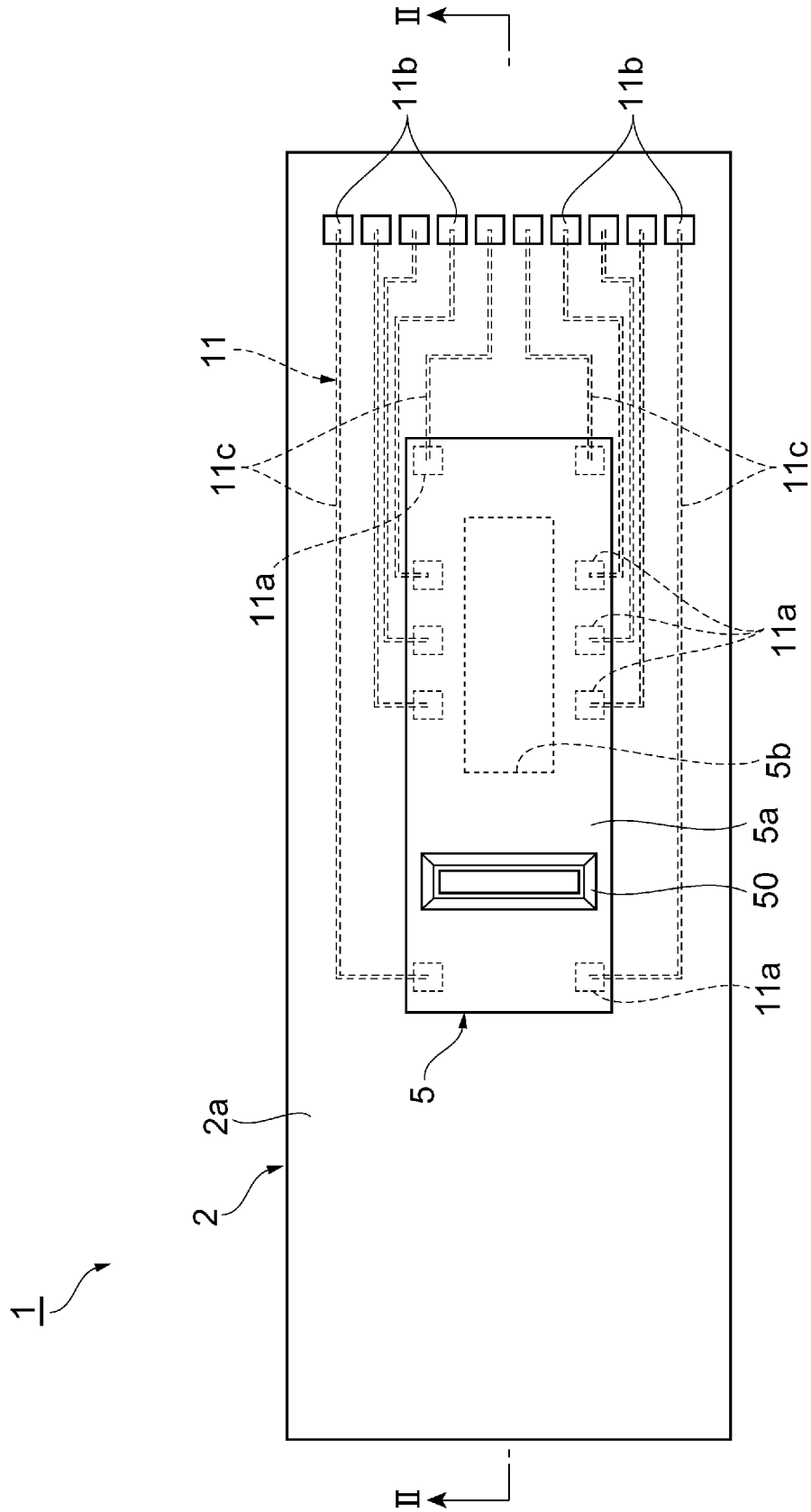
光通過孔が形成された基板部を有する前記光検出素子を用意する光検出素子用意工程と、

前記光検出素子用意工程において用意した前記光検出素子と前記分光部とを前記本体部上に配置する配置工程と、を備え、

前記光検出素子用意工程は、前記基板部の一方の主面側からウェットエッチングを施すことにより、前記一方の主面と略平行な底面を有し且つ他方の主面に向かって先細りとなるように、前記光通過孔の光入射開口を画定する光入射側部を形成する光入射側部形成工程と、

前記光入射側部形成工程の後に、前記基板部の他方の主面側からドライエッチングを施すことにより、前記一方の主面と略垂直な側面を有し且つ前記底面と対向するように、前記光通過孔の光出射開口を画定する光出射側部を形成する光出射側部形成工程と、を含むことを特徴とする分光モジュールの製造方法。

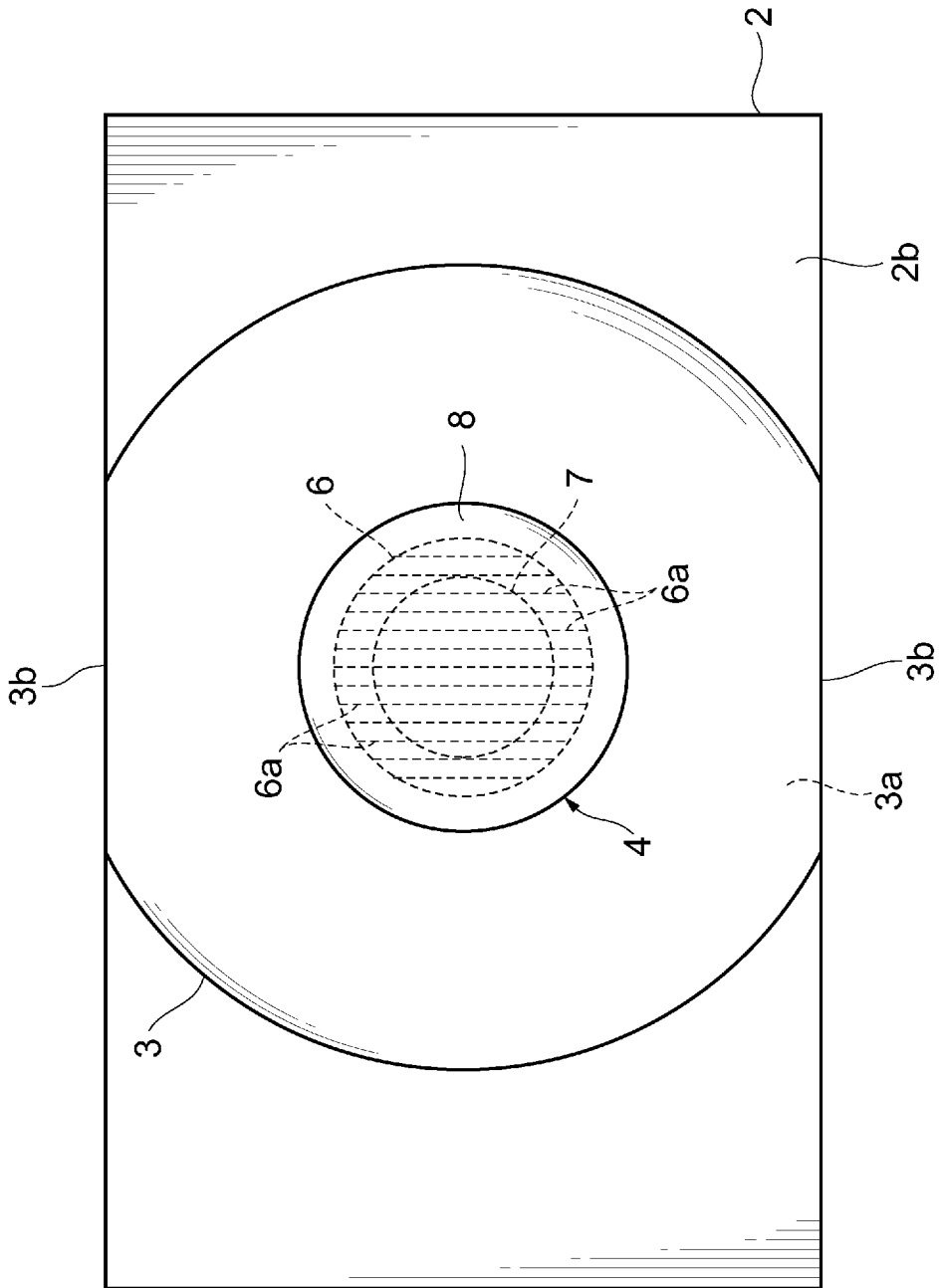
[図1]



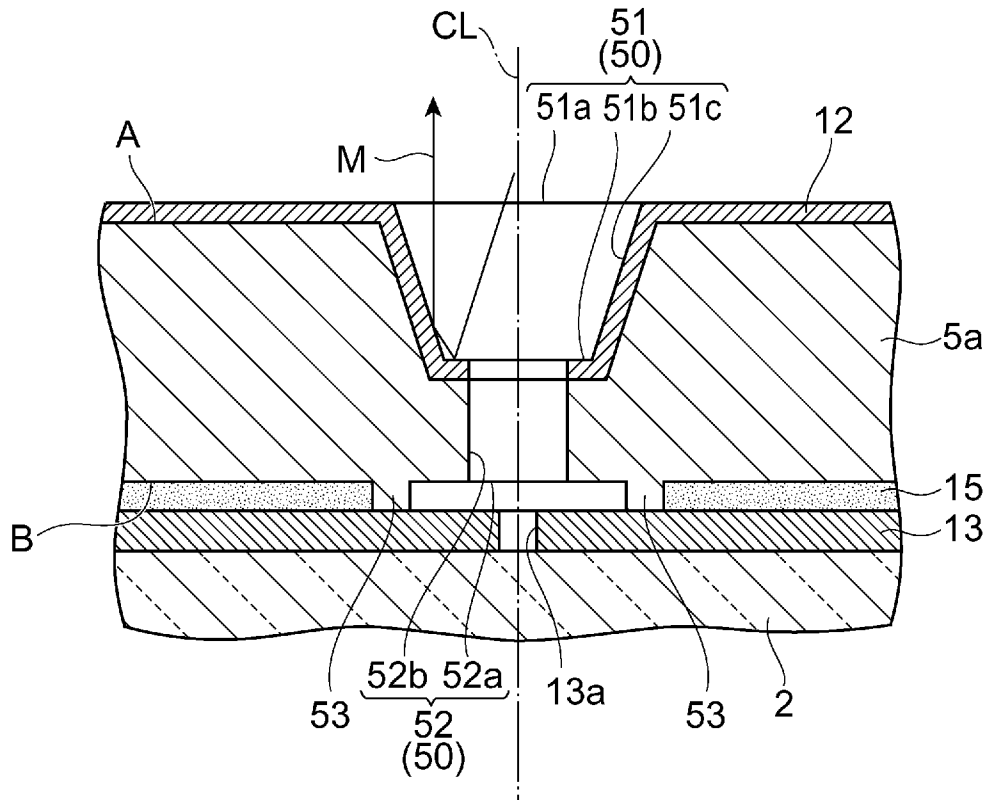


[]3

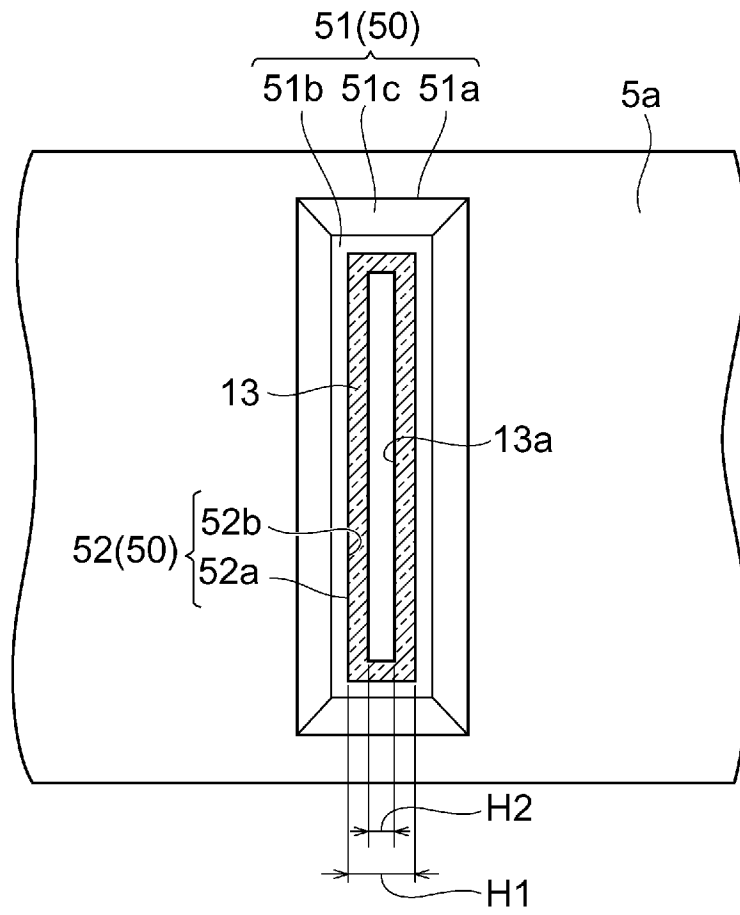
1



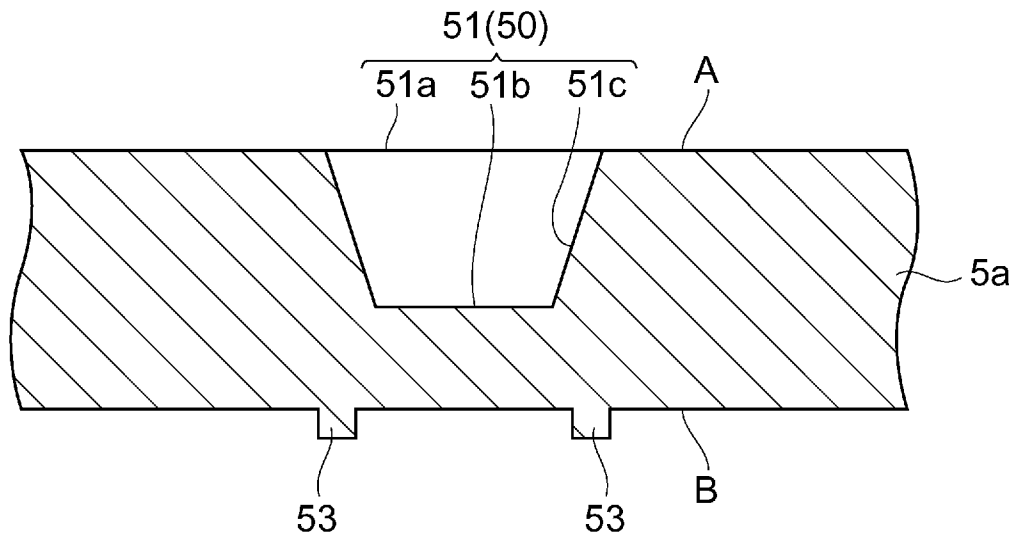
[図4]



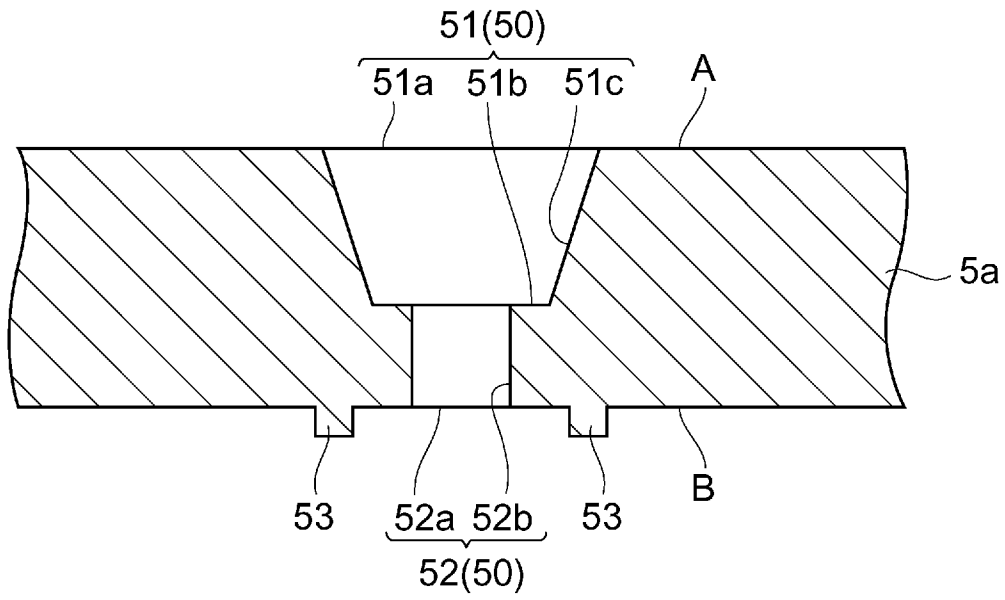
[図5]



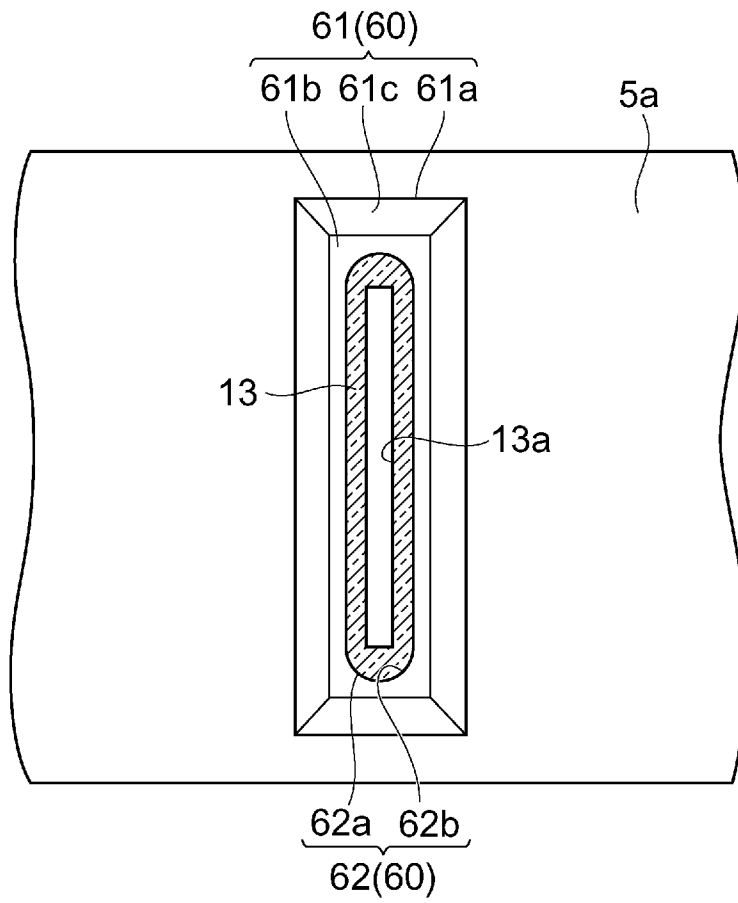
[図6]



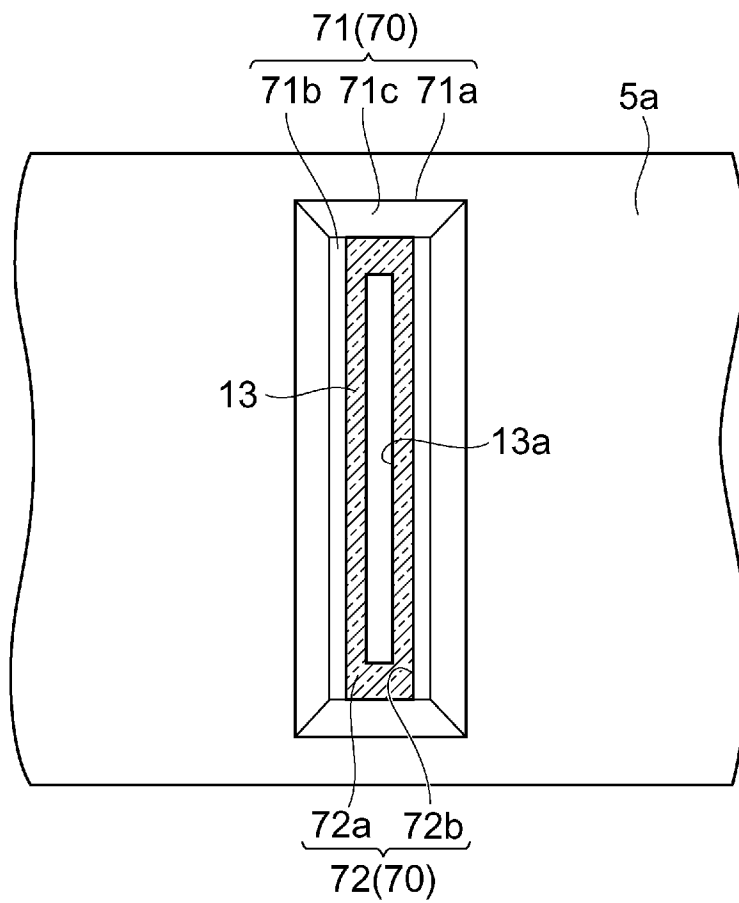
[図7]



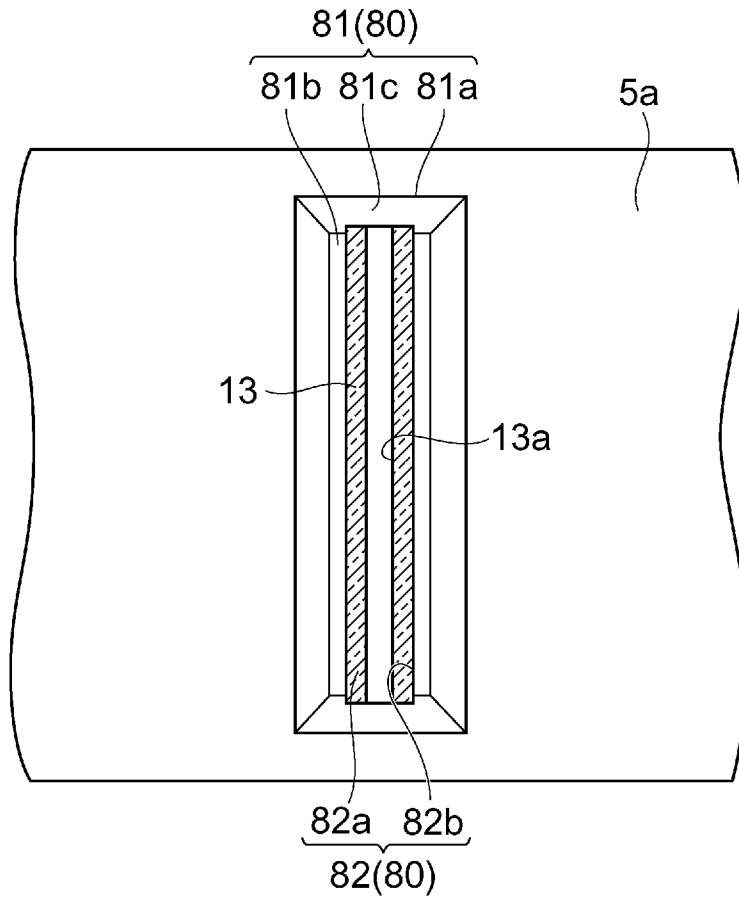
[図8]



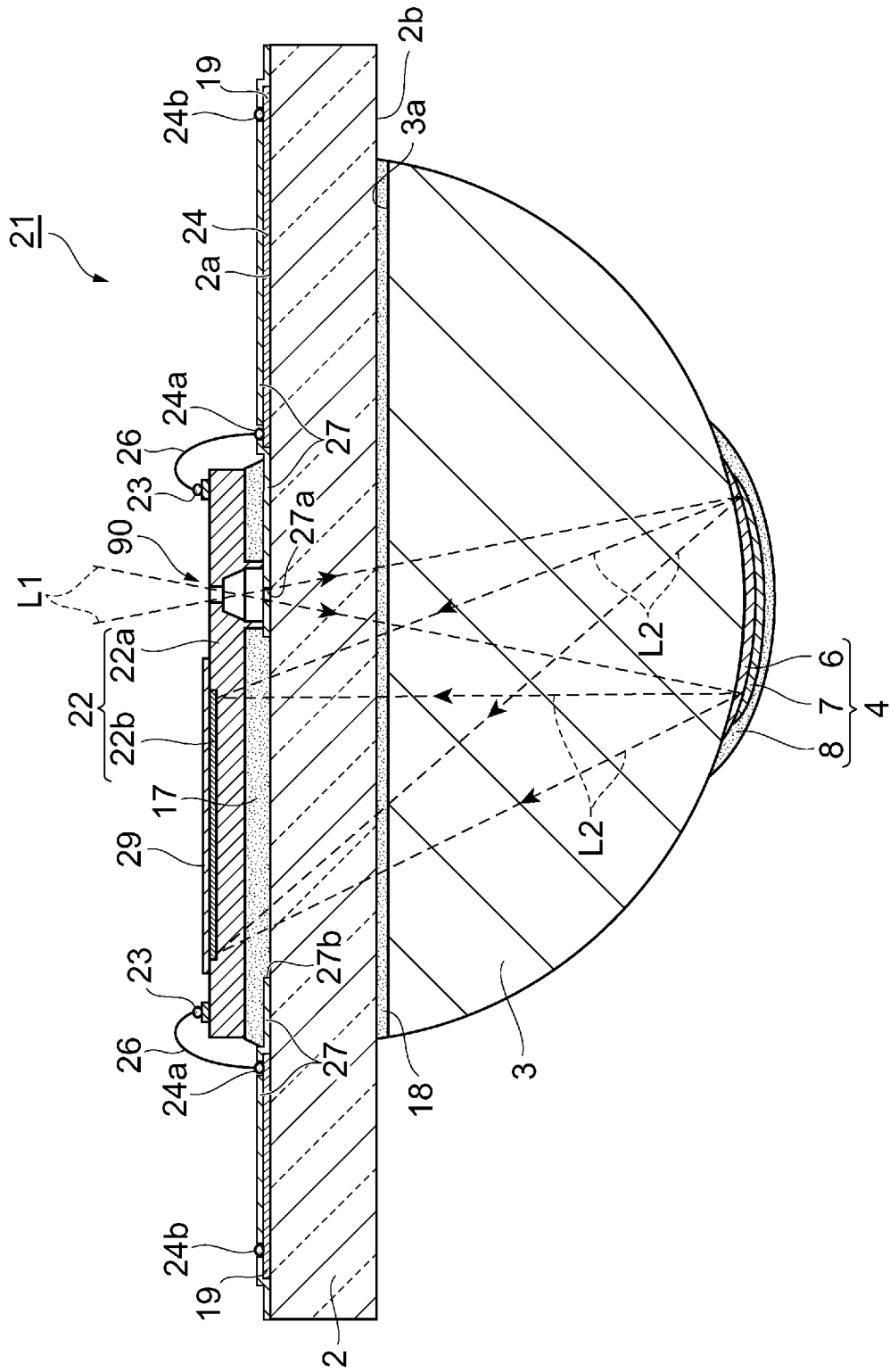
[図9]



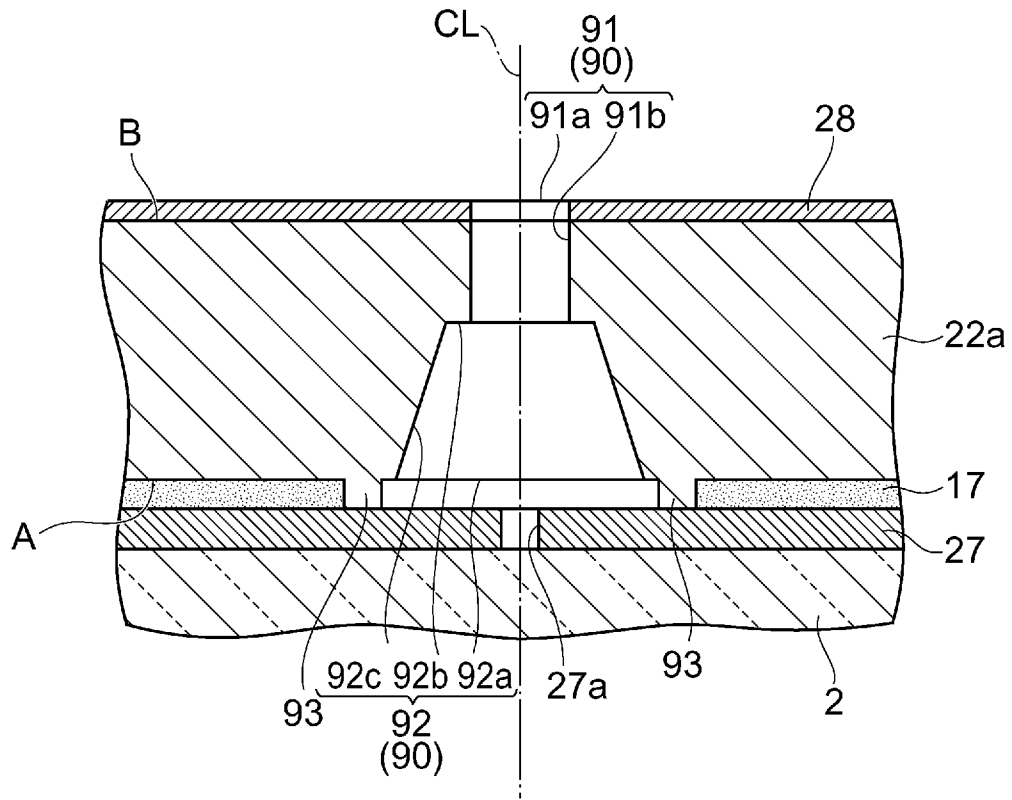
[図10]



[図11]



[図12]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2009/058639

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
G01J3/18(2006.01) i, G02B7/00(2006.01) i

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)  
G01J3/00-G01J3/52, G02B7/00

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-354176 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 16 December, 2004 (16.12.04), Par. Nos. [0030], [0036], [0038] to [0039], [0069] to [0076]; Fig. 11	1-2
Y	JP 6-167637 A (Hitachi, Ltd.), 14 June, 1994 (14.06.94), Figs. 4 to 6	1-2
Y	JP 2003-139611 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 14 May, 2003 (14.05.03), Figs. 1, 9	2

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 21 May, 2009 (21.05.09)	Date of mailing of the international search report 02 June, 2009 (02.06.09)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2009/058639

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2008/149940 A1 (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 11 December, 2008 (11.12.08), Par. Nos. [0015] to [0035]; Figs. 1 to 6	1-4

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2009/058639

JP 2004-354176 A	2004.12.16	EP 1627210 A1	2006.02.22
		US 2004/239931 A1	2004.12.02
		US 7081955 B2	2006.07.25
		WO 2004/106873 A1	2004.12.09
JP 6-167637 A	1994.06.14	(Family: none)	
JP 2003-139611 A	2003.05.14	(Family: none)	
WO 2008/149940 A1	2008.12.11	EP 2048484 A1	2009.04.15
		JP 2008-304379 A	2008.12.18
		JP 2008-304385 A	2008.12.18
		JP 2008-304387 A	2008.12.18
		JP 2009-069012 A	2009.04.02
		JP 2009-069016 A	2009.04.02
		JP 2009-069017 A	2009.04.02
		WO 2008/149928 A1	2008.12.11
		WO 2008/149930 A1	2008.12.11
		WO 2008/149939 A1	2008.12.11
		WO 2008/149941 A1	2008.12.11
		WO 2008/149944 A1	2008.12.11
		WO 2008/149948 A1	2008.12.11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01J3/18(2006.01)i, G02B7/00(2006.01)i

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. G01J3/00 - G01J3/52, G02B7/00

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	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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)

WPI

C. 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 請求項の番号
Y	JP 2004-354176 A (浜松ホトニクス株式会社) 2004.12.16 [0030], [0036], [0038]-[0039], [0069]-[0076], 図11	1-2
Y	JP 6-167637 A (株式会社日立製作所) 1994.06.14, 図4-6	1-2
Y	JP 2003-139611 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.05.14, 図1,9	2

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ー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な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

21.05.2009

国際調査報告の発送日

02.06.2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 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)

高場 正光

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

2W

2910

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 請求項の番号
P, A	WO 2008/149940 A1 (浜松ホトニクス株式会社) 2008.12.11 [0015]-[0035], 図 1-6	1-4

JP 2004-354176 A	2004. 12. 16	EP 1627210 A1	2006. 02. 22
		US 2004/239931 A1	2004. 12. 02
		US 7081955 B2	2006. 07. 25
		WO 2004/106873 A1	2004. 12. 09
-----	-----	-----	-----
JP 6-167637 A	1994. 06. 14	(ファミリーなし)	
-----	-----	-----	-----
JP 2003-139611 A	2003. 05. 14	(ファミリーなし)	
-----	-----	-----	-----
WO 2008/149940 A1	2008. 12. 11	EP 2048484 A1	2009. 04. 15
		JP 2008-304379 A	2008. 12. 18
		JP 2008-304385 A	2008. 12. 18
		JP 2008-304387 A	2008. 12. 18
		JP 2009-069012 A	2009. 04. 02
		JP 2009-069016 A	2009. 04. 02
		JP 2009-069017 A	2009. 04. 02
		WO 2008/149928 A1	2008. 12. 11
		WO 2008/149930 A1	2008. 12. 11
		WO 2008/149939 A1	2008. 12. 11
		WO 2008/149941 A1	2008. 12. 11
		WO 2008/149944 A1	2008. 12. 11
		WO 2008/149948 A1	2008. 12. 11
-----	-----	-----	-----