

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6251073号
(P6251073)

(45) 発行日 平成29年12月20日 (2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日 (2017.12.1)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 J	3/02	(2006.01)	GO 1 J	3/02	C
GO 1 J	3/18	(2006.01)	GO 1 J	3/18	
GO 1 J	3/36	(2006.01)	GO 1 J	3/36	

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2014-20667 (P2014-20667)	(73) 特許権者	000236436
(22) 出願日	平成26年2月5日 (2014.2.5)		浜松ホトニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2015-148487 (P2015-148487A)		静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
(43) 公開日	平成27年8月20日 (2015.8.20)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成28年12月13日 (2016.12.13)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100140442
			弁理士 柴山 健一
		(72) 発明者	能野 隆文
			静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
			浜松ホトニクス株式会社内
		(72) 発明者	柴山 勝己
			静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
			浜松ホトニクス株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分光器、及び分光器の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光通過部、第1光検出部及び第2光検出部が設けられた光検出素子と、
前記光通過部、前記第1光検出部及び前記第2光検出部との間に空間が形成されるよう
に前記光検出素子に固定された支持体と、

前記支持体に設けられ、前記空間において、前記光通過部を通過した光を反射する第1
光学部と、

前記光検出素子に設けられ、前記空間において、前記第1光学部で反射された光を反射
する第2光学部と、

前記支持体に設けられ、前記空間において、前記第2光学部で反射された光を前記第1
光検出部に対して反射する第3光学部と、を備え、

前記第2光学部又は前記第3光学部は、前記空間において、入射した光を分光すると共
に反射し、

前記第2光検出部は、前記第2光学部を包囲する領域に複数配置されている、分光器。

【請求項2】

前記第1光学部は、前記空間において、前記光通過部を通過した光を反射する第1反射
部であり、

前記第2光学部は、前記空間において、前記第1反射部で反射された光を反射する第2
反射部であり、

前記第3光学部は、前記空間において、前記第2反射部で反射された光を前記第1光検

出部に対して分光すると共に反射する分光部である、請求項 1 記載の分光器。

【請求項 3】

前記第 1 光学部は、前記空間において、前記光通過部を通過した光を反射する第 1 反射部であり、

前記第 2 光学部は、前記空間において、前記第 1 反射部で反射された光を分光すると共に反射する分光部であり、

前記第 3 光学部は、前記空間において、前記分光部で分光されると共に反射された光を前記第 1 光検出部に対して反射する第 2 反射部である、請求項 1 記載の分光器。

【請求項 4】

前記光通過部、前記第 1 光学部、前記第 2 光学部、前記第 3 光学部及び前記第 1 光検出部は、前記光通過部を通過する光の光軸方向から見た場合に、基準線に沿って並んでおり、

前記複数の第 2 光検出部は、前記光軸方向から見た場合に、前記基準線に平行な方向及び前記基準線に垂直な方向のそれぞれの方向において、前記第 2 光学部を挟んで互いに対向している、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の分光器。

【請求項 5】

前記複数の第 2 光検出部は、前記第 2 光学部を包囲するように前記第 2 光学部の外縁に沿って並んでいる、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の分光器。

【請求項 6】

前記複数の第 2 光検出部は、前記第 2 光学部を包囲する前記領域において、2 次元状に配列されている、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の分光器。

【請求項 7】

前記支持体には、前記第 1 光検出部及び前記第 2 光検出部に電氣的に接続された配線が設けられており、

前記配線における前記第 1 光検出部及び前記第 2 光検出部側の端部は、前記光検出素子と前記支持体との固定部において、前記光検出素子に設けられた端子に接続されている、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載の分光器。

【請求項 8】

前記支持体の材料は、セラミックである、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項記載の分光器。

【請求項 9】

前記空間は、前記光検出素子及び前記支持体を構成として含むパッケージによって、気密に封止されている、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項記載の分光器。

【請求項 10】

前記空間は、前記光検出素子及び前記支持体を収容するパッケージによって、気密に封止されている、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項記載の分光器。

【請求項 11】

光通過部及び光検出部が設けられた光検出素子と、

前記光通過部及び前記光検出部との間に空間が形成されるように前記光検出素子に固定された支持体と、

前記支持体に設けられ、前記空間において、前記光通過部を通過した光を反射する第 1 反射部と、

前記光検出素子に設けられ、前記空間において、前記第 1 反射部で反射された光を分光すると共に反射する分光部と、

前記支持体に設けられ、前記空間において、前記分光部で分光されると共に反射された光を前記光検出部に対して反射する第 2 反射部と、を備え、

前記光検出部は、前記光検出素子が有する基板における前記空間側の表面に設けられ、半導体材料からなる前記基板に作り込まれており、

前記光通過部は、前記基板に形成されており、

前記分光部は、前記基板における前記空間側の前記表面に設けられている、分光器。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

第1反射部及び第2反射部が設けられた支持体を用意する第1工程と、
 光通過部、分光部及び光検出部が設けられた光検出素子を用意する第2工程と、
 前記第1工程及び前記第2工程の後に、空間が形成されるように前記支持体と前記光検出素子とを固定することで、前記光通過部を通過した光が前記第1反射部で反射され、前記第1反射部で反射された光が前記分光部で分光されると共に反射され、前記分光部で分光されると共に反射された光が前記第2反射部で反射され、前記第2反射部で反射された光が前記光検出部に入射する光路を前記空間内に形成する第3工程と、を備え、
前記光検出部は、前記光検出素子が有する基板における前記空間側の表面に設けられ、半導体材料からなる前記基板に作り込まれており、
前記光通過部は、前記基板に形成されており、
前記分光部は、前記基板における前記空間側の前記表面に設けられている、分光器の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光を分光して検出する分光器、及び分光器の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献1には、光入射部と、光入射部から入射した光を分光すると共に反射する分光部と、分光部によって分光されると共に反射された光を検出する光検出素子と、光入射部、分光部及び光検出素子を支持する箱状の支持体と、を備える分光器が記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2000 298066号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述したような分光器には、用途の拡大に応じて、更なる小型化が求められている。しかし、分光器が小型化されればされるほど、種々の原因によって分光器の検出精度が低下し易くなる。

30

【0005】

そこで、本発明は、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることができる分光器、及びそのような分光器を容易に製造することができる分光器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】

本発明の分光器は、光通過部、第1光検出部及び第2光検出部が設けられた光検出素子と、光通過部、第1光検出部及び第2光検出部との間に空間が形成されるように光検出素子に固定された支持体と、支持体に設けられ、空間において、光通過部を通過した光を反射する第1光学部と、光検出素子に設けられ、空間において、第1光学部で反射された光を反射する第2光学部と、支持体に設けられ、空間において、第2光学部で反射された光を第1光検出部に対して反射する第3光学部と、を備え、第2光学部又は第3光学部は、空間において、入射した光を分光すると共に反射し、第2光検出部は、第2光学部を包囲する領域に複数配置されている。

40

【0007】

この分光器では、光検出素子及び支持体によって形成された空間内に、光通過部から第1光検出部に至る光路が形成される。これにより、分光器の小型化を図ることができる。更に、複数の第2光検出部が、第2光学部を包囲する領域に配置されている。これにより

50

、第2光学部を包囲する領域において、分光される前の光の状態をモニタすることが可能となり、光通過部を通過する光の入射NA及び入射方向等を適切に調整することができる。よって、この分光器によれば、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることが可能となる。

【0008】

本発明の分光器では、第1光学部は、空間において、光通過部を通過した光を反射する第1反射部であり、第2光学部は、空間において、第1反射部で反射された光を反射する第2反射部であり、第3光学部は、空間において、第2反射部で反射された光を第1光検出部に対して分光すると共に反射する分光部であってもよい。この構成によれば、光通過部を通過した光が第1反射部及び第2反射部で順次反射されて分光部に入射することになる。これにより、分光部に入射する光の入射方向、及び当該光の広がり乃至収束状態を調整することが容易となるため、分光部から第1光検出部に至る光路長を短くしても、分光部で分光された光を精度良く第1光検出部の所定位置に集光させることができる。

10

【0009】

本発明の分光器では、第1光学部は、空間において、光通過部を通過した光を反射する第1反射部であり、第2光学部は、空間において、第1反射部で反射された光を分光すると共に反射する分光部であり、第3光学部は、空間において、分光部で分光されると共に反射された光を第1光検出部に対して反射する第2反射部であってもよい。この構成によれば、光通過部、第1光検出部及び第2光検出部と共に分光部が光検出素子に設けられているため、光通過部、分光部、第1光検出部及び第2光検出部の相互の位置関係を精度良く維持することができる。更に、第1反射部及び第2反射部に比べて製造が複雑化し易い分光部を、光通過部、第1光検出部及び第2光検出部と共に光検出素子に設けることで、支持体の歩留まり、延いては分光器の歩留まりを向上させることができる。

20

【0010】

本発明の分光器では、光通過部、第1光学部、第2光学部、第3光学部及び第1光検出部は、光通過部を通過する光の光軸方向から見た場合に、基準線に沿って並んでおり、複数の第2光検出部は、光軸方向から見た場合に、基準線に平行な方向及び基準線に垂直な方向のそれぞれの方向において、第2光学部を挟んで互いに対向していてもよい。この構成によれば、基準線に平行な方向及び基準線に垂直な方向のそれぞれの方向において、第2光学部に入射する光のずれ方をモニタすることが可能となる。

30

【0011】

本発明の分光器では、複数の第2光検出部は、第2光学部を包囲するように第2光学部の外縁に沿って並んでいてもよい。この構成によれば、第2光学部の周囲全体において、第2光学部に入射する光のずれ方をモニタすることが可能となる。

【0012】

本発明の分光器では、複数の第2光検出部は、第2光学部を包囲する領域において、2次元状に配列されていてもよい。この構成によれば、第2光学部の周囲全体において、第2光学部に入射する光のずれ方をイメージとしてモニタすることが可能となる。

【0013】

本発明の分光器では、支持体には、第1光検出部及び第2光検出部に電氣的に接続された配線が設けられており、配線における第1光検出部及び第2光検出部側の端部は、光検出素子と支持体との固定部において、光検出素子に設けられた端子に接続されていてもよい。

40

【0014】

本発明の分光器では、支持体の材料は、セラミックであってもよい。この構成によれば、分光器が使用される環境の温度変化等に起因する支持体の膨張及び収縮を抑制することができる。したがって、分光部と第1光検出部との位置関係にずれが生じることに起因する検出精度の低下(第1光検出部で検出された光におけるピーク波長のシフト等)を抑制することができる。

【0015】

50

本発明の分光器では、空間は、光検出素子及び支持体を構成として含むパッケージによって、気密に封止されていてもよい。この構成によれば、湿気による空間内の部材の劣化及び外気温の低下による空間内での結露の発生等に起因する検出精度の低下を抑制することができる。

【0016】

本発明の分光器では、空間は、光検出素子及び支持体を収容するパッケージによって、気密に封止されていてもよい。この構成によれば、湿気による空間内の部材の劣化及び外気温の低下による空間内での結露の発生等に起因する検出精度の低下を抑制することができる。

【0017】

本発明の分光器は、光通過部及び光検出部が設けられた光検出素子と、光通過部及び光検出部との間に空間が形成されるように光検出素子に固定された支持体と、支持体に設けられ、空間において、光通過部を通過した光を反射する第1反射部と、光検出素子に設けられ、空間において、第1反射部で反射された光を分光すると共に反射する分光部と、支持体に設けられ、空間において、分光部で分光されると共に反射された光を光検出部に対して反射する第2反射部と、を備える。

【0018】

この分光器では、光検出素子及び支持体によって形成された空間内に、光通過部から光検出部に至る光路が形成される。これにより、分光器の小型化を図ることができる。更に、光通過部及び光検出部と共に分光部が光検出素子に設けられている。これにより、光通過部、分光部及び光検出部の相互の位置関係が精度良く維持される。よって、この分光器によれば、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることが可能となる。

【0019】

本発明の分光器の製造方法は、第1反射部及び第2反射部が設けられた支持体を用意する第1工程と、光通過部、分光部及び光検出部が設けられた光検出素子を用意する第2工程と、前記第1工程及び前記第2工程の後に、空間が形成されるように前記支持体と前記光検出素子とを固定することで、前記光通過部を通過した光が前記第1反射部で反射され、前記第1反射部で反射された光が前記分光部で分光されると共に反射され、前記分光部で分光されると共に反射された光が前記第2反射部で反射され、前記第2反射部で反射された光が前記光検出部に入射する光路を前記空間内に形成する第3工程と、を備える。

【0020】

この分光器の製造方法では、第1反射部及び第2反射部が設けられた支持体と、光通過部、分光部及び光検出部が設けられた光検出素子とを固定するだけで、空間内に、光通過部から光検出部に至る光路が形成される。よって、この分光器の製造方法によれば、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることができる分光器を容易に製造することが可能となる。なお、第1工程及び第2工程の実施順序は任意である。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることができる分光器、及びそのような分光器を容易に製造することができる分光器の製造方法を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第1実施形態の分光器の断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態の分光器の平面図である。

【図3】本発明の第1実施形態の分光器の光検出素子の平面図である。

【図4】本発明の第1実施形態の分光器の変形例の光検出素子の平面図である。

【図5】本発明の第1実施形態の分光器の変形例の第2反射部及び第2光検出部の平面図である。

【図6】本発明の第2実施形態の分光器の断面図である。

10

20

30

40

50

【図7】本発明の第2実施形態の分光器の光検出素子の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明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。なお、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実施形態]

【0024】

図1及び図2に示されるように、分光器1Aは、光検出素子20と、支持体30と、第1反射部(第1光学部)11と、第2反射部(第2光学部)12Aと、分光部(第3光学部)40Aと、カバー50と、を備えている。光検出素子20には、光通過部21、第1光検出部22、複数の第2光検出部26及び0次光捕捉部23が設けられている。支持体30には、第1光検出部22及び第2光検出部26に対して電気信号を入出力するための配線13が設けられている。支持体30は、光通過部21、第1光検出部22、複数の第2光検出部26及び0次光捕捉部23との間に空間Sが形成されるように光検出素子20に固定されている。一例として、分光器1Aは、X軸方向、Y軸方向及びZ軸方向のそれぞれの方向の長さが10mm以下である直方体状に形成されている。なお、配線13及び支持体30は、成形回路部品(MID:Molded Interconnect Device)として構成されたものである。

【0025】

光通過部21、第1反射部11、第2反射部12A、分光部40A、第1光検出部22及び0次光捕捉部23は、光通過部21を通過する光L1の光軸方向(すなわち、Z軸方向)から見た場合に、X軸方向に延在する基準線RLに沿って並んでいる。分光器1Aでは、光通過部21を通過した光L1は、第1反射部11及び第2反射部12Aで順次反射されて分光部40Aに入射し、分光部40Aで分光されると共に反射される。そして、分光部40Aで分光されると共に反射された光のうち、0次光L0以外の光L2は、第1光検出部22に入射して第1光検出部22で検出され、0次光L0は、0次光捕捉部23に入射して0次光捕捉部23で捕捉される。光通過部21から分光部40Aに至る光L1の光路、分光部40Aから第1光検出部22に至る光L2の光路、及び分光部40Aから0次光捕捉部23に至る0次光L0の光路は、空間S内に形成される。

【0026】

光検出素子20は、基板24を有している。基板24は、例えば、シリコン等の半導体材料によって矩形板状に形成されている。光通過部21は、基板24に形成されたスリットであり、Y軸方向に延在している。0次光捕捉部23は、基板24に形成されたスリットであり、光通過部21と第1光検出部22との間においてY軸方向に延在している。なお、光通過部21における光L1の入射側の端部は、X軸方向及びY軸方向のそれぞれの方向において、光L1の入射側に向かって末広がりとなっている。また、0次光捕捉部23における0次光L0の入射側とは反対側の端部は、X軸方向及びY軸方向のそれぞれの方向において、0次光L0の入射側とは反対側に向かって末広がりとなっている。0次光L0が0次光捕捉部23に斜めに入射するように構成することで、0次光捕捉部23に入射した0次光L0が空間Sに戻るのをより確実に抑制することができる。

【0027】

第1光検出部22は、基板24における空間S側の表面24aに設けられている。より具体的には、第1光検出部22は、基板24に貼り付けられているのではなく、半導体材料からなる基板24に作り込まれている。つまり、第1光検出部22は、半導体材料からなる基板24内の第一導電型の領域と、該領域内に設けられた第二導電型の領域とで形成された複数のフォトダイオードによって、構成されている。第1光検出部22は、例えば、フォトダイオードアレイ、C-MOSイメージセンサ、CCDイメージセンサ等として構成されたものであり、基準線RLに沿って並んだ複数の光検出チャンネルを有している。第1光検出部22の各光検出チャンネルには、異なる波長を有する光L2が入射させられる。各第2光検出部26は、第1光検出部22と同様に、基板24に作り込まれたフォトダ

10

20

30

40

50

イオードであり、第2反射部12Aを包囲する領域に配置されている。基板24の表面24aには、第1光検出部22及び第2光検出部26に対して電気信号を入出力するための複数の端子25が設けられている。なお、第1光検出部22及び第2光検出部26は、表面入射型のフォトダイオードとして構成されていてもよいし、或いは裏面入射型のフォトダイオードとして構成されていてもよい。

【0028】

図3に示されるように、複数の第2光検出部26は、光通過部21を通過する光L1の光軸方向から見た場合に、基準線RLに平行な方向及び基準線RLに垂直な方向のそれぞれの方向において、第2反射部12Aを挟んで互いに対向している。基準線RLに平行な方向において互いに対向する第2光検出部26のそれぞれは、Y軸方向に延在する長尺状の形状を有している。基準線RLに垂直な方向において互いに対向する第2光検出部26のそれぞれは、X軸方向に延在する長尺状の形状を有している。

10

【0029】

図1及び図2に示されるように、支持体30は、ベース壁部31と、一对の側壁部32と、一对の側壁部33と、を有している。ベース壁部31は、空間Sを介して、Z軸方向において光検出素子20と対向している。ベース壁部31には、空間S側に開口する凹部34、空間S側とは反対側に突出する複数の凸部35、及び空間S側とその反対側とに開口する複数の貫通孔36が形成されている。一对の側壁部32は、空間Sを介して、X軸方向において互いに対向している。一对の側壁部33は、空間Sを介して、Y軸方向において互いに対向している。ベース壁部31、一对の側壁部32及び一对の側壁部33は、

20

【0030】

AlN、Al₂O₃等のセラミックによって一体的に形成されている。

第1反射部11は、支持体30に設けられている。より具体的には、第1反射部11は、ベース壁部31における空間S側の表面31aのうち凹部34の内面34aの球面状の領域に、成形層41を介して設けられている。第1反射部11は、例えば、Al、Au等の金属蒸着膜からなり且つ鏡面を有する凹面ミラーであり、空間Sにおいて、光通過部21を通過した光L1を第2反射部12Aに対して反射する。なお、第1反射部11は、成形層41を介さずに、凹部34の内面34aの球面状の領域に直接設けられていてもよい。

【0031】

第2反射部12Aは、光検出素子20に設けられている。より具体的には、第2反射部12Aは、基板24の表面24aのうち光通過部21と0次光捕捉部23との間の領域に、設けられている。第2反射部12Aは、例えば、Al、Au等の金属蒸着膜からなり且つ鏡面を有する平面ミラーであり、空間Sにおいて、第1反射部11で反射された光L1を分光部40Aに対して反射する。

30

【0032】

分光部40Aは、支持体30に設けられている。より具体的には、以下のとおりである。すなわち、ベース壁部31の表面31aには、凹部34を覆うように成形層41が配置されている。成形層41は、凹部34の内面34aに沿って膜状に形成されている。内面34aのうち球面状の領域に対応する成形層41の所定領域には、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等に対応するグレーティングパターン41aが形成されている。成形層41の表面には、グレーティングパターン41aを覆うように、例えば、Al、Au等の金属蒸着膜からなる反射膜42が形成されている。反射膜42は、グレーティングパターン41aの形状に沿って形成されており、この部分が、反射型グレーティングである分光部40Aとなっている。なお、成形層41は、成形材料(例えば、光硬化性のエポキシ樹脂、アクリル樹脂、フッ素系樹脂、シリコン、有機・無機ハイブリッド樹脂等のレプリカ用光学樹脂等)に成型型を押し当て、その状態で、成形材料を硬化(例えば、UV光等による光硬化、熱硬化等)させることで、形成される。

40

【0033】

50

以上のように、分光部40Aは、ベース壁部31の表面31aのうち凹部34の内面34aの球面状の領域に、設けられている。分光部40Aは、基準線RLに沿って並んだ複数のグレーティング溝を有しており、空間Sにおいて、第2反射部12Aで反射された光L1を第1光検出部22に対して分光すると共に反射する。なお、分光部40Aは、上述したように、支持体30に直接形成されたものに限定されない。例えば、分光部40Aと、分光部40Aが形成された基板と、を有する分光素子が、支持体30に貼り付けられることで、分光部40Aが支持体30に設けられていてもよい。

【0034】

各配線13は、第1光検出部22及び第2光検出部26側の端部13aと、第1光検出部22及び第2光検出部26側とは反対側の端部13bと、接続部13cと、を有している。各配線13の端部13aは、光検出素子20の各端子25と対向するように、各側壁部32の端面32aに位置している。各配線13の端部13bは、ベース壁部31における空間S側とは反対側の表面31bのうち各凸部35の表面に、位置している。各配線13の接続部13cは、各側壁部32における空間S側の表面32b、ベース壁部31の表面31a、及び各貫通孔36の内面において、端部13aから端部13bに至っている。このように、配線13が支持体30における空間S側の表面を引き回されることで、配線13の劣化を防止することができる。

10

【0035】

対向する光検出素子20の端子25と配線13の端部13aとは、例えば、Au、半田等からなるバンプ14によって接続されている。分光器1Aでは、複数のバンプ14によって、支持体30が光検出素子20に固定されていると共に、複数の配線13が光検出素子20の第1光検出部22及び第2光検出部26に電氣的に接続されている。このように、各配線13の端部13aは、光検出素子20と支持体30との固定部において、光検出素子20の各端子25に接続されている。

20

【0036】

カバー50は、光検出素子20の基板24における空間S側とは反対側の表面24bに固定されている。カバー50は、光透過部材51と、遮光膜52と、を有している。光透過部材51は、例えば、石英、硼珪酸ガラス(BK7)、パイレックス(登録商標)ガラス、コパールガラス等、光L1を透過させる材料によって、矩形板状に形成されている。遮光膜52は、光透過部材51における空間S側の表面51aに形成されている。遮光膜52には、Z軸方向において光検出素子20の光通過部21と対向するように、光通過開口52aが形成されている。光通過開口52aは、遮光膜52に形成されたスリットであり、Y軸方向に延在している。分光器1Aでは、遮光膜52の光通過開口52a及び光検出素子20の光通過部21によって、空間Sに入射する光L1の入射NAが規定される。

30

【0037】

なお、赤外線を検出する場合には、光透過部材51の材料として、シリコン、ゲルマニウム等も有効である。また、光透過部材51に、AR(Anti Reflection)コートを施したり、所定波長の光のみを透過させるフィルタ機能を持たせたりしてもよい。また、遮光膜52の材料としては、例えば、黒レジスト、Al等を用いることができる。ただし、0次光捕捉部23に入射した0次光L0が空間Sに戻ることを抑制する観点からは、遮光膜52の材料として、黒レジストが有効である。

40

【0038】

また、カバー50が、光透過部材51における空間S側とは反対側の表面に形成された遮光膜を更に有していてもよい。その場合、Z軸方向において光検出素子20の光通過部21と対向するように、当該遮光膜に光通過開口を形成することで、当該遮光膜の光通過開口、遮光膜52の光通過開口52a及び光検出素子20の光通過部21を用いて、空間Sに入射する光L1の入射NAをより精度良く規定することができる。当該遮光膜の材料としては、遮光膜52と同様に、例えば、黒レジスト、Al等を用いることができる。また、カバー50が、上述した遮光膜を更に有する場合には、Z軸方向において光検出素子20の0次光捕捉部23と対向するように、遮光膜52に光通過開口を形成してもよい。

50

その場合、0次光捕捉部23に入射した0次光L0が空間Sに戻ることをより確実に抑制することができる。

【0039】

基板24の表面24aと各側壁部32の端面32a及び各側壁部33の端面33aとの間には、例えば樹脂等からなる封止部材15が配置されている。また、ベース壁部31の貫通孔36内には、例えばガラスビーズ等からなる封止部材16が配置されていると共に、樹脂からなる封止部材17が充填されている。分光器1Aでは、光検出素子20、支持体30、カバー50及び封止部材15, 16, 17を構成として含むパッケージ60によって、空間Sが気密に封止されている。分光器1Aを外部の回路基板に実装する際には、各配線13の端子13bが電極パッドとして機能する。なお、基板24の表面24bにカバー50を配置することに代えて、基板24の光通過部21に光透過性の樹脂を充填することで、基板24の光通過部21を気密に封止してもよい。また、ベース壁部31の貫通孔36内に、例えばガラスビーズ等からなる封止部材16を配置せずに、樹脂からなる封止部材17のみを充填してもよい。

10

【0040】

以上説明したように、分光器1Aでは、光検出素子20及び支持体30によって形成された空間S内に、光通過部21から第1光検出部22に至る光路が形成される。これにより、分光器1Aの小型化を図ることができる。更に、複数の第2光検出部26が、第2反射部12Aを包囲する領域に配置されている。これにより、第2反射部12Aを包囲する領域において、分光される前の光L1の状態をモニタすることが可能となり、光通過部21を通過する光L1の入射NA及び入射方向等を適切に調整することができる。よって、分光器1Aによれば、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることが可能となる。

20

【0041】

また、分光器1Aでは、複数の第2光検出部26が、光通過部21を通過する光L1の光軸方向から見た場合に、基準線RLに平行な方向及び基準線RLに垂直な方向のそれぞれの方向において、第2反射部12Aを挟んで互いに対向している。これにより、基準線RLに平行な方向及び基準線RLに垂直な方向のそれぞれの方向において、第2反射部12Aに入射する光L1のずれ方をモニタすることが可能となる。

【0042】

なお、図4に示されるように、複数の第2光検出部26は、第2反射部12Aを包囲するように第2反射部12Aの外縁に沿って並んでいてもよい。この場合、第2反射部12Aの周囲全体において、第2反射部12Aに入射する光のずれ方をモニタすることが可能となる。また、図5の(a)に示されるように、複数の第2光検出部26は、基準線RLに平行な方向における第2反射部12Aの両側、及び基準線RLに垂直な方向における第2反射部12Aの両側において、1次元状に配列されていてもよい。この場合、基準線RLに平行な方向及び基準線RLに垂直な方向のそれぞれの方向において、第2反射部12Aに入射する光L1のずれ方をより詳細にモニタすることが可能となる。また、図5の(b)に示されるように、複数の第2光検出部26は、第2反射部12Aを包囲する領域において、2次元状に配列されていてもよい。この場合、第2反射部12Aの周囲全体において、第2反射部12Aに入射する光L1のずれ方をイメージとしてモニタすることが可能となる。

30

40

【0043】

また、分光器1Aでは、光通過部21を通過した光L1が第1反射部11及び第2反射部12Aで順次反射されて分光部40Aに入射することになる。これにより、分光部40Aに入射する光L1の入射方向、及び当該光L1の広がり乃至収束状態を調整することが容易となるため、分光部40Aから第1光検出部22に至る光路長を短くしても、分光部40Aで分光された光L2を精度良く第1光検出部22の所定位置に集光させることができる。

【0044】

また、分光器1Aでは、第1反射部11が凹面ミラーとなっている。これにより、第1

50

反射部 11 で光 L1 の広がり角が抑えられるため、光通過部 21 を通過する光 L1 の入射 NA を大きくして感度を高くしたり、分光部 40A から第 1 光検出部 22 に至る光路長をより短くして分光器 1B の更なる小型化を図ったりすることができる。具体的には、次のとおりである。すなわち、第 1 反射部 11 が凹面ミラーである場合、光 L1 は、コリメートされたような状態で分光部 40A に照射される。そのため、光 L1 が広がりつつ分光部 40A に照射される場合に比べ、分光部 40A が第 1 光検出部 22 に光 L2 を集光する距離が短くて済む。そこで、当該光 L1 の入射 NA を大きくして感度を高くしたり、分光部 40A から第 1 光検出部 22 に至る光路長をより短くして分光器 1B の更なる小型化を図ったりすることができる。

【0045】

また、分光器 1A では、支持体 30 に、第 1 光検出部 22 及び第 2 光検出部 26 に電氣的に接続された配線 13 が設けられている。そして、配線 13 における第 1 光検出部 22 及び第 2 光検出部 26 側の端部 13a が、光検出素子 20 と支持体 30 との固定部において、光検出素子 20 に設けられた端子 25 に接続されている。これにより、第 1 光検出部 22 及び第 2 光検出部 26 と配線 13 との電氣的な接続の確実化を図ることができる。

【0046】

また、分光器 1A では、支持体 30 の材料がセラミックとなっている。これにより、分光器 1A が使用される環境の温度変化、第 1 光検出部 22 及び第 2 光検出部での発熱等に起因する支持体 30 の膨張及び収縮を抑制することができる。したがって、分光部 40A と第 1 光検出部 22 との位置関係にずれが生じることに起因する検出精度の低下（第 1 光検出部 22 で検出された光におけるピーク波長のシフト等）を抑制することができる。分光器 1A では、小型化が図られていることから、わずかな光路の変化であっても、光学系に大きな影響を及ぼし、検出精度の低下に繋がるおそれがある。そのため、特に、上述したように、分光部 40A が支持体 30 に直接形成されている場合には、支持体 30 の膨張及び収縮を抑制することは極めて重要である。

【0047】

また、分光器 1A では、光検出素子 20 及び支持体 30 を構成として含むパッケージ 60 によって、空間 S が気密に封止されている。これにより、湿気による空間 S 内の部材の劣化及び外気温の低下による空間 S 内の結露の発生等に起因する検出精度の低下を抑制することができる。

【0048】

また、分光器 1A では、ベース壁部 31 の表面 31a のうち凹部 34 の周囲に平坦な領域（若干傾いていてもよい）が存在している。これにより、第 1 光検出部 22 で反射光が生じたとしても、当該反射光が第 1 光検出部 22 に再度到達することを抑制することができる。また、樹脂に成形型を押し当てて凹部 34 の内面 34a に成形層 41 を形成する際、及び、基板 24 の表面 24a と各側壁部 32 の端面 32a 及び各側壁部 33 の端面 33a との間に、樹脂からなる封止部材 15 を配置する際に、当該平坦な領域が余分な樹脂の逃げ場となる。このとき、ベース壁部 31 の貫通孔 36 に余分な樹脂を流し込むようすれば、例えばガラスビーズ等からなる封止部材 16 が不要となり、当該樹脂が封止部材 17 として機能する。

【0049】

ここで、第 1 光検出部 22 を包囲する領域にではなく、第 2 反射部 12A を包囲する領域に複数の第 2 光検出部 26 を配置することによるメリットについて、より詳細に説明する。例えば、基準線 RL に平行な方向において、第 1 光検出部 22 を挟んで互いに対向するように複数の第 2 光検出部 26 が配置されていると、複数の第 2 光検出部 26 は、分光された光 L2 のうち短波長の光又は長波長の光を検出することになるため、検出波長が限定され、また、検出強度がばらつくことになる。また、基準線 RL に垂直な方向において、第 1 光検出部 22 を挟んで互いに対向するように複数の第 2 光検出部 26 が配置されていると、Y 軸方向における光路のずれをモニタすることはできるものの、分光部 40A の位置のずれ、グレーティング溝の方向のずれ等を含んだ結果をモニタすることになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

このように、第 1 光検出部 2 2 を包囲する領域に複数の第 2 光検出部 2 6 が配置されていると、分光された光 L 2 を検出することになるため、光路のずれが、光検出素子 2 0 と支持体 3 0 との位置ずれに起因するものなのか、或いは支持体 3 0 における分光部 4 0 A の位置ずれ等に起因するものなのか、判断することができない。

【 0 0 5 1 】

それに対し、第 2 反射部 1 2 A を包囲する領域に複数の第 2 光検出部 2 6 が配置されていると、分光される前の光 L 1 を検出することになるため、第 1 光検出部 2 2 による光 L 2 の検出結果と併せて、より詳細な光路のずれ情報を取得することが可能となる。特に、基準線 R L に平行な方向における光路のずれは、検出精度の劣化に繋がり易いため、少なくとも基準線 R L に平行な方向において第 2 反射部 1 2 A (後述する第 2 実施形態では、分光部 4 0 B) を挟んで互いに対向するように、複数の第 2 光検出部 2 6 を配置することが重要である。

10

【 0 0 5 2 】

また、第 1 反射部 1 1 の領域及び分光部 4 0 A の領域を光 L 1 の入射 N A に対して広いものとし、第 2 反射部 1 2 A の領域の広さで光 L 1 の入射 N A を規定する場合、例えば、光検出素子 2 0 と支持体 3 0 とに位置ずれが生じたとしても、第 1 反射部 1 1 で全ての光 L 1 が反射されることになる。更に、第 2 反射部 1 2 A では、規定した入射 N A 分の光 L 1 しか反射されないため、分光部 4 0 A には、規定した入射 N A 分の光 L 1 が入射することになる。このとき、第 2 反射部 1 2 A を包囲する領域に配置された複数の第 2 光検出部 2 6 を用いて、第 2 反射部 1 2 A での光路のずれをモニタすることができる。

20

【 0 0 5 3 】

また、支持体 3 0 に対して光検出素子 2 0 が傾斜している場合、第 1 反射部 1 1 で反射された光 L 1 の反射角度が変わるため、複数の第 2 光検出部 2 6 によって当該反射角度のずれ方向を知得することができる。支持体 3 0 に対して光検出素子 2 0 が傾斜していると、第 1 反射部 1 1 による光 L 1 のコリメート状態のくずれに繋がり易く、分解能を低下させる Z 軸方向への位置ずれにも繋がり易い。複数の第 2 光検出部 2 6 による光 L 1 の検出結果と第 1 光検出部 2 2 による光 L 2 の検出結果とを併せることで、単に Z 軸方向に位置ずれが生じているのか、或いは、支持体 3 0 に対して光検出素子 2 0 が傾斜しているのか等を知得することが可能となる。

30

【 0 0 5 4 】

また、第 2 反射部 1 2 A で規定する入射 N A よりも大きい入射 N A で第 2 反射部 1 2 A に光 L 1 を入射させる場合に、複数の第 2 光検出部 2 6 で光 L 1 が検出されないように分光器 1 A に入射させる光 L 1 の入射 N A を調整していけば、検出精度をより向上させることが可能となる。また、分光器 1 A に入射させる光 L 1 の入射方向にずれが生じている場合にも、複数の第 2 光検出部 2 6 で光 L 1 の状態をモニタしながら、当該入射方向の調整を行うことが可能となる。

【 0 0 5 5 】

また、分光器 1 A を製造する際には、第 1 反射部 1 1 及び分光部 4 0 A が設けられた支持体 3 0 を用意し (第 1 工程) 、光通過部 2 1、第 2 反射部 1 2 A、第 1 光検出部 2 2 及び複数の第 2 光検出部 2 6 が設けられた光検出素子 2 0 を用意し (第 2 工程) 、それらの後に、空間 S が形成されるように支持体 3 0 と光検出素子 2 0 とを固定することで、光通過部 2 1 から第 1 光検出部 2 2 に至る光路を空間 S 内に形成する (第 3 工程) 。このように、支持体 3 0 と光検出素子 2 0 とを固定するだけで、空間 S 内に、光通過部 2 1 から第 1 光検出部 2 2 に至る光路が形成される。よって、分光器 1 A の製造方法によれば、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることができる分光器 1 A を容易に製造することが可能となる。なお、支持体 3 0 を用意する工程及び光検出素子 2 0 を用意する工程の実施順序は任意である。

40

【 0 0 5 6 】

特に、分光器 1 A を製造する際には、支持体 3 0 に設けられた配線 1 3 の端部 1 3 a を

50

光検出素子 20 の端子 25 に接続するだけで、配線 13 と第 1 光検出部 22 及び第 2 光検出部 26 との電気的な接続だけでなく、支持体 30 と光検出素子 20 との固定、及び光通過部 21 から第 1 光検出部 22 に至る光路の形成が実現される。

[第 2 実施形態]

【 0057 】

図 6 に示されるように、分光器 1B は、光検出素子 20 に分光部 (第 2 光学部) 40B が設けられており且つ支持体 30 に第 2 反射部 (第 3 光学部) 12B が設けられている点で、上述した分光器 1A と主に相違している。

【 0058 】

分光器 1B では、第 1 反射部 11 は、ベース壁部 31 の表面 31a のうち所定角度で傾斜する平坦な傾斜面 37 に、成形層 41 を介して設けられている。第 1 反射部 11 は、例えば、Al、Au 等の金属蒸着膜からなり且つ鏡面を有する平面ミラーであり、空間 S において、光通過部 21 を通過した光 L1 を分光部 40B に対して反射する。なお、第 1 反射部 11 は、成形層 41 を介さずに、支持体 30 の傾斜面 37 に直接設けられていてもよい。

【 0059 】

分光部 40B は、基板 24 の表面 24a のうち光通過部 21 と第 1 光検出部 22 との間の領域に、設けられている。分光部 40B は、反射型グレーティングであり、空間 S において、第 1 反射部 11 で反射された光 L1 を第 2 反射部 12B に対して分光すると共に反射する。

【 0060 】

第 2 反射部 12B は、ベース壁部 31 の表面 31a のうち球面状の凹面 38 に、成形層 41 を介して設けられている。第 2 反射部 12B は、例えば、Al、Au 等の金属蒸着膜からなり且つ鏡面を有する凹面ミラーであり、空間 S において、分光部 40B で分光されると共に反射された光 L1 を第 1 光検出部 22 に対して反射する。なお、第 2 反射部 12B は、成形層 41 を介さずに、支持体 30 の凹面 38 に直接設けられていてもよい。

【 0061 】

図 7 に示されるように、複数の第 2 光検出部 26 は、分光部 40B を包囲する領域に配置されている。より具体的には、複数の第 2 光検出部 26 は、光通過部 21 を通過する光 L1 の光軸方向から見た場合に、基準線 RL に平行な方向及び基準線 RL に垂直な方向のそれぞれの方向において、分光部 40B を挟んで互いに対向している。基準線 RL に平行な方向において互いに対向する第 2 光検出部 26 のそれぞれは、Y 軸方向に延在する長尺状の形状を有している。基準線 RL に垂直な方向において互いに対向する第 2 光検出部 26 のそれぞれは、X 軸方向に延在する長尺状の形状を有している。

【 0062 】

図 6 に示されるように、分光部 40B で分光されると共に反射された光のうち 0 次光 L0 は、ベース壁部 31 の表面 31a のうち所定角度で傾斜する平坦な傾斜面 39 上の成形層 41 で反射される。傾斜面 39 上の成形層 41 の反射面は、0 次光反射制御部 41b として機能する。傾斜面 39 を傾斜面 37 及び凹面 38 と異なる面とすることで、0 次光 L0 の多重反射を抑制することができる。なお、分光器 1A と同様に、光検出素子 20 に 0 次光捕捉部 23 を設けてもよい。

【 0063 】

0 次光反射制御部 41b は、ベース壁部 31 の表面 31a のうち分光部 40B から 0 次光 L0 が入射する領域に設けられている。分光器 1B では、0 次光反射制御部 41b は、光通過部 21 を通過する光 L1 の光軸方向 (すなわち、Z 軸方向) から見た場合に、基準線 RL に平行な方向 (すなわち、X 軸方向) において、第 1 反射部 11 と第 2 反射部 12 との間に位置している。0 次光反射制御部 41b の傾きは、0 次光を第 1 光検出部 22 に入射させないように、設定されている。よって、0 次光を第 1 光検出部 22 に入射させない傾きであれば、0 次光反射制御部 41b は、第 1 光検出部 22 側に 0 次光 L0 を反射させるような傾きを有していてもよい。勿論、0 次光の影響を確実に排除する観点からは、0

10

20

30

40

50

次光反射制御部 4 1 b は、第 1 光検出部 2 2 側とは逆側に 0 次光 L 0 を反射させるような傾きを有していることが好ましい。

【 0 0 6 4 】

なお、分光器 1 B の製造工程においては、上述したように、成形型を用いて、ベース壁部 3 1 の傾斜面 3 7 に平滑な成形層 4 1 を形成し、その成形層 4 1 に第 1 反射部 1 1 を形成している。同時に、ベース壁部 3 1 の傾斜面 3 9 に平滑な成形層 4 1 を形成し、その成形層 4 1 の表面を 0 次光反射制御部 4 1 b としている。通常、支持体 3 0 の表面よりも成形層 4 1 の表面のほうが、凸凹が少なく平滑であるため、第 1 反射部 1 1 及び 0 次光反射制御部 4 1 b をより精度良く形成することができる。ただし、成形層 4 1 を介さずに、ベース壁部 3 1 の傾斜面 3 7 に第 1 反射部 1 1 を直接形成したり、ベース壁部 3 1 の傾斜面 3 9 を 0 次光反射制御部 4 1 b としたりしてもよい。この場合、成形層 4 1 に用いる成形材料を減らすことができ、また、成形型の形状を単純化することができるため、成形層 4 1 を容易に形成することが可能となる。

10

【 0 0 6 5 】

以上のように構成された分光器 1 B によれば、上述した分光器 1 A と同様の理由により、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることが可能となる。また、分光器 1 B では、光通過部 2 1、第 1 光検出部 2 2 及び第 2 光検出部 2 6 と共に分光部 4 0 B が光検出素子 2 0 に設けられているため、光通過部 2 1、分光部 4 0 B、第 1 光検出部 2 2 及び第 2 光検出部 2 6 の相互の位置関係を精度良く維持することができる。更に、第 1 反射部 1 1 及び第 2 反射部 1 2 B に比べて製造が複雑化し易い分光部 4 0 B を、光通過部 2 1、第 1 光検出部 2 2 及び第 2 光検出部 2 6 と共に光検出素子 2 0 に設けることで、支持体 3 0 の歩留まり、延いては分光器 1 B の歩留まりを向上させることができる。

20

【 0 0 6 6 】

分光部 4 0 B については、基板 2 4 の表面 2 4 a に一括で形成することが可能であるため、フォトリソプロセス（ステッパー等を使用）、ナノインプリントプロセス等を用いて、曲面に形成する場合よりも高精度に分光部 4 0 B を形成することが可能となる。したがって、分光部 4 0 B のアライメント等が容易となり、高い位置精度が得られる。一方、支持体 3 0 には分光部を形成する必要がなくなるため、支持体 3 0 の形成は容易となる。

【 0 0 6 7 】

なお、複数の第 2 光検出部 2 6 は、分光部 4 0 B を包囲するように分光部 4 0 B の外縁に沿って並んでいてもよい。この場合、分光部 4 0 B の周囲全体において、第 2 反射部 1 2 A に入射する光のずれ方をモニタすることが可能となる。また、複数の第 2 光検出部 2 6 は、基準線 R L に平行な方向における分光部 4 0 B の両側、及び基準線 R L に垂直な方向における分光部 4 0 B の両側において、1 次元状に配列されていてもよい。この場合、基準線 R L に平行な方向及び基準線 R L に垂直な方向のそれぞれの方向において、分光部 4 0 B に入射する光 L 1 のずれ方をより詳細にモニタすることが可能となる。また、複数の第 2 光検出部 2 6 は、分光部 4 0 B を包囲する領域において、2 次元状に配列されていてもよい。この場合、分光部 4 0 B の周囲全体において、分光部 4 0 B に入射する光 L 1 のずれ方をイメージとしてモニタすることが可能となる。

30

【 0 0 6 8 】

また、分光器 1 B を製造する際には、第 1 反射部 1 1 及び第 2 反射部 1 2 B が設けられた支持体 3 0 を用意し（第 1 工程）、光通過部 2 1、分光部 4 0 B、第 1 光検出部 2 2 及び複数の第 2 光検出部 2 6 が設けられた光検出素子 2 0 を用意し（第 2 工程）、それらの後に、空間 S が形成されるように支持体 3 0 と光検出素子 2 0 とを固定することで、光通過部 2 1 から第 1 光検出部 2 2 に至る光路を空間 S 内に形成する（第 3 工程）。このように、支持体 3 0 と光検出素子 2 0 とを固定するだけで、空間 S 内に、光通過部 2 1 から第 1 光検出部 2 2 に至る光路が形成される。よって、分光器 1 B の製造方法によれば、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることができる分光器 1 B を容易に製造することが可能となる。なお、支持体 3 0 を用意する工程及び光検出素子 2 0 を用意する工程の実施順序は任意である。

40

50

【0069】

特に、分光器1Bを製造する際には、支持体30に設けられた配線13の端部13aを光検出素子20の端子25に接続するだけで、配線13と第1光検出部22及び第2光検出部26との電気的な接続だけでなく、支持体30と光検出素子20との固定、及び光通過部21から第1光検出部22に至る光路の形成が実現される。

【0070】

以上、本発明の第1及び第2実施形態について説明したが、本発明は、上記各実施形態に限定されるものではない。例えば、上記各実施形態では、空間Sに入射する光L1の入射NAが光検出素子20の光通過部21及び遮光膜52の光通過開口52a（場合によっては、光透過部材51における空間S側とは反対側の表面に形成された遮光膜等）の形状によって規定されていたが、これに限定されない。上記第1実施形態では、第1反射部11、第2反射部12A及び分光部40Aの少なくとも1つの領域の形状を調整することで、空間Sに入射する光L1の入射NAを実質的に規定することができる。第1光検出部22に入射する光L2は回折光であるため、成形層41においてグレーティングパターン41aが形成された所定領域の形状を調整することで、当該入射NAを実質的に規定することができる。上記第2実施形態では、第1反射部11、分光部40B及び第2反射部12Bの少なくとも1つの領域の形状を調整することで、空間Sに入射する光L1の入射NAを実質的に規定することができる。

【0071】

また、空間Sは、光検出素子20及び支持体30を構成として含むパッケージ60に代えて、光検出素子20及び支持体30を収容するパッケージによって気密に封止されてもよい。その場合にも、湿気による空間S内の部材の劣化及び外気温の低下による空間S内の結露の発生等に起因する検出精度の低下を抑制することができる。ここで、当該パッケージは、複数のリードピンが挿通されたステム、及び光通過部21に光L1を入射させる光入射部が設けられたキャップによって、構成することができる。そして、各リードピンにおけるパッケージ内の端部を、ベース壁部31の表面31bにおいて、支持体30に設けられた各配線13の端部13bに接続することで、対応するリードピンと配線13との電気的な接続、並びにパッケージに対する光検出素子20及び支持体30の位置決めを実現することができる。

【0072】

なお、光検出素子20及び支持体30がパッケージに収容されることから、上述した分光器1Aのように、封止部材15、16を配置したり、カバー50を設けたりすることが不要となる。また、リードピンにおけるパッケージ内の端部は、ベース壁部31に形成された貫通孔内、又はベース壁部31の表面31bに形成された凹部内に配置された状態で、当該貫通孔内又は当該凹部内に延在する配線13の端部13bに接続されていてもよい。また、リードピンにおけるパッケージ内の端部と配線13の端部13bとは、支持体30がバンプボンディング等により実装された配線基板を介して電気的に接続されていてもよい。この場合、リードピンにおけるパッケージ内の端部は、ステムの厚さ方向（すなわち、Z軸方向）から見た場合に支持体30を包囲するように、配置されていてもよい。また、当該配線基板は、ステムに接触した状態でステムに配置されていてもよいし、或いはステムから離間した状態で複数のリードピンによって支持されていてもよい。

【0073】

また、支持体30の材料は、セラミックに限定されず、LCP、PPA、エポキシ等の樹脂、成形用ガラスといった他の成形材料であってもよい。また、光検出素子20及び支持体30を収容するパッケージによって空間Sが気密に封止されている場合等には、支持体30は、空間Sを包囲する一对の側壁部32及び一对の側壁部33に代えて、互いに離間する複数の柱部又は複数の側壁部を有するものであってもよい。このように、分光器1A、1Bの各構成の材料及び形状には、上述した材料及び形状に限らず、様々な材料及び形状を適用することができる。

【0074】

10

20

30

40

50

また、分光器 1 A では、第 1 反射部 1 1 が平面ミラーであってもよい。その場合、光通過部 2 1 を通過する光 L 1 の入射 NA を小さくし且つ「光通過部 2 1 を通過した光 L 1 が有する広がり角と同じ広がり角を有する光 L 1 の光路長であって、光通過部 2 1 から分光部 4 0 A に至る光路長」>「分光部 4 0 A から第 1 光検出部 2 2 に至る光路長」（縮小光学系）とすることで、分光部 4 0 A で分光される光 L 2 の分解能を高くすることができる。具体的には、次のとおりである。すなわち、第 1 反射部 1 1 が平面ミラーである場合、光 L 1 は、広がりつつ分光部 4 0 A に照射される。そのため、分光部 4 0 A の領域が広くなるのを抑制する観点、及び、分光部 4 0 A が第 1 光検出部 2 2 に光 L 2 を集光する距離が長くなるのを抑制する観点からは、光通過部 2 1 を通過する光 L 1 の入射 NA を小さくする必要がある。そこで、当該光 L 1 の入射 NA を小さくし且つ縮小光学系とすることで、分光部 4 0 A で分光される光 L 2 の分解能を高くすることができる。

10

【 0 0 7 5 】

また、分光器 1 B では、光検出素子 2 0 に第 2 光検出部 2 6 が設けられていなくてもよい。その場合にも、光検出素子 2 0 及び支持体 3 0 によって形成された空間 S 内に、光通過部 2 1 から第 1 光検出部 2 2 に至る光路が形成されることから、分光器 1 B の小型化を図ることができる。更に、光通過部 2 1 及び第 1 光検出部 2 2 と共に分光部 4 0 B が光検出素子 2 0 に設けられていることから、光通過部 2 1、分光部 4 0 B 及び第 1 光検出部 2 2 の相互の位置関係が精度良く維持される。よって、その場合にも、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることが可能となる。

【 0 0 7 6 】

なお、第 2 光検出部 2 6 が設けられていない分光器 1 B において、第 1 反射部 1 1 は、平面ミラーに限定されず、凹面ミラーであってもよい。また、分光部 4 0 B は、平面グレーティングに限定されず、凹面グレーティングであってもよい。また、第 2 反射部 1 2 B は、凹面ミラーに限定されず、平面ミラーであってもよい。ただし、第 1 反射部 1 1 が平面ミラーであるか凹面ミラーであるかによらず、分光部 4 0 B が平面グレーティングであり且つ第 2 反射部 1 2 B が凹面ミラーである光学系が、分光器 1 B の小型化及び高精度化を図る上で有利である。その理由は、平坦面である基板 2 4 の表面 2 4 a に、凹面グレーティングである分光部 4 0 B を形成することは困難であり、その場合、光 L 2 を第 1 光検出部 2 2 に集光させるために、第 2 反射部 1 2 B が凹面ミラーである必要があるからである。更に、第 1 反射部 1 1 が平面ミラーであることが、分光器 1 B の小型化を図る上で、より好ましい。その理由は、光 L 1 が所定の広がり角を有しながら分光部 4 0 B に入射することになるからである。

20

【 0 0 7 7 】

また、第 2 光検出部 2 6 が設けられていない分光器 1 B を製造する際には、第 1 反射部 1 1 及び第 2 反射部 1 2 B が設けられた支持体 3 0 を用意し（第 1 工程）、光通過部 2 1、分光部 4 0 B 及び第 1 光検出部 2 2 が設けられた光検出素子 2 0 を用意し（第 2 工程）、それらの後に、空間 S が形成されるように支持体 3 0 と光検出素子 2 0 とを固定することで、光通過部 2 1 から第 1 光検出部 2 2 に至る光路を空間 S 内に形成する（第 3 工程）。このように、支持体 3 0 と光検出素子 2 0 とを固定するだけで、空間 S 内に、光通過部 2 1 から第 1 光検出部 2 2 に至る光路が形成される。よって、分光器 1 B の製造方法によれば、検出精度の低下を抑制しつつ小型化を図ることができる分光器 1 B を容易に製造することが可能となる。なお、支持体 3 0 を用意する工程及び光検出素子 2 0 を用意する工程の実施順序は任意である。

30

40

【 0 0 7 8 】

特に、分光器 1 B を製造する際には、支持体 3 0 に設けられた配線 1 3 の端部 1 3 a を光検出素子 2 0 の端子 2 5 に接続するだけで、配線 1 3 と第 1 光検出部 2 2 との電氣的な接続だけでなく、支持体 3 0 と光検出素子 2 0 との固定、及び光通過部 2 1 から第 1 光検出部 2 2 に至る光路の形成が実現される。

【 0 0 7 9 】

また、上記各実施形態では、対向する光検出素子 2 0 の端子 2 5 と配線 1 3 の端部 1 3

50

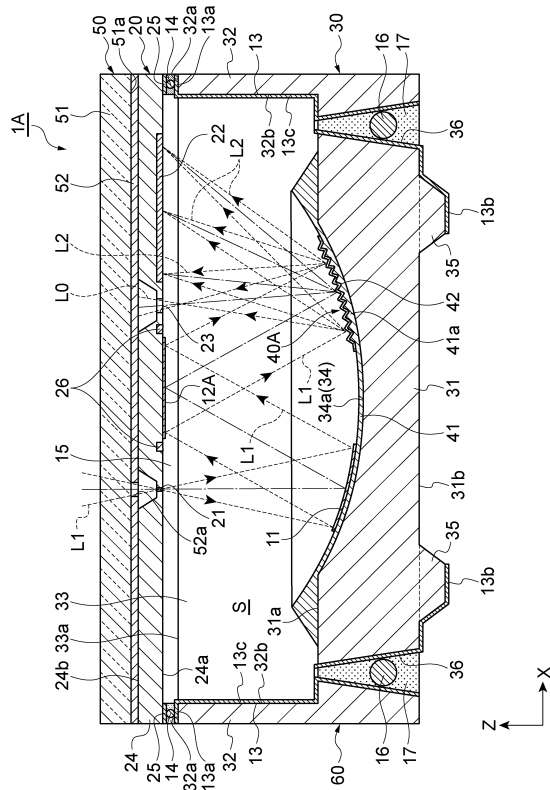
aとが bumps 14 によって接続されていたが、対向する光検出素子 20 の端子 25 と配線 13 の端部 13 a とを半田付けで接続してもよい。また、対向する光検出素子 20 の端子 25 と配線 13 の端部 13 a との接続を、支持体 30 の各側壁部 32 の端面 32 a においてだけでなく、支持体 30 の各側壁部 33 の端面 33 a において行ってもよいし、或いは支持体 30 の各側壁部 32 の端面 32 a 及び各側壁部 33 の端面 33 a において行ってもよい。また、分光器 1 A, 1 B において、配線 13 は、支持体 30 における空間 S 側とは反対側の表面を引き回されていてもよい。これにより、空間 S に露出した配線 13 による光の散乱を防止することができる。

【符号の説明】

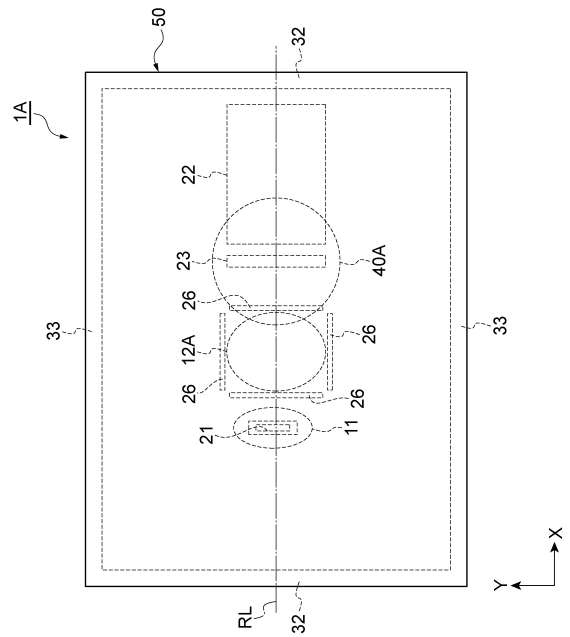
【0080】

1 A, 1 B ... 分光器、11 ... 第1反射部（第1光学部）、12 A ... 第2反射部（第2光学部）、12 B ... 第2反射部（第3光学部）、13 ... 配線、13 a ... 端部、20 ... 光検出素子、21 ... 光通過部、22 ... 第1光検出部、25 ... 端子、26 ... 第2光検出部、30 ... 支持体、40 A ... 分光部（第3光学部）、40 B ... 分光部（第2光学部）、60 ... パッケージ、S ... 空間、RL ... 基準線。

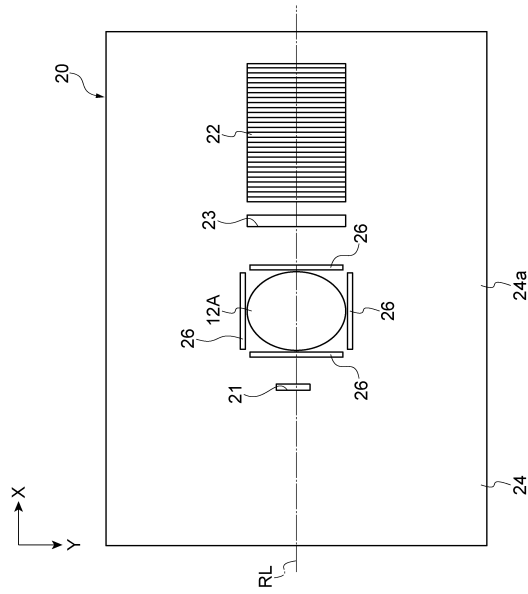
【図1】



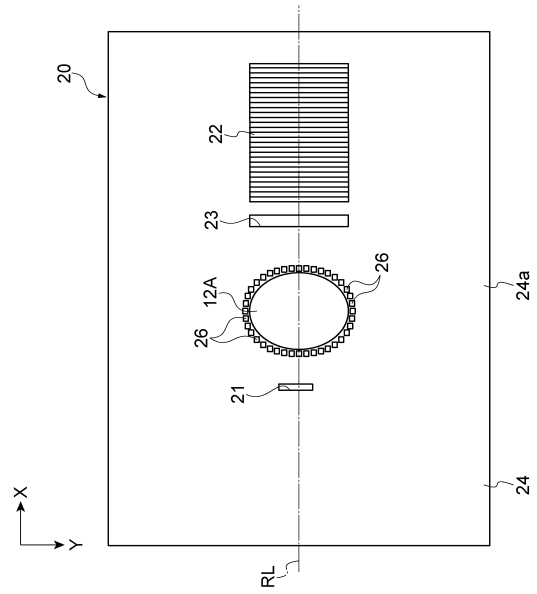
【図2】



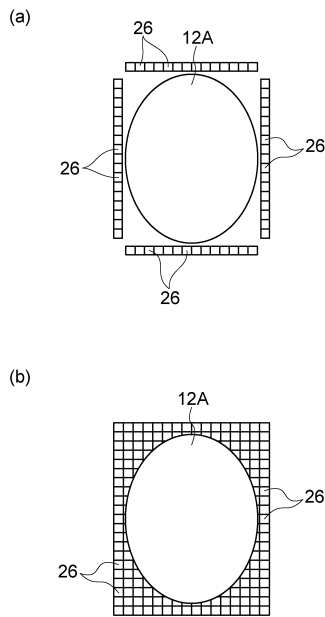
【 図 3 】



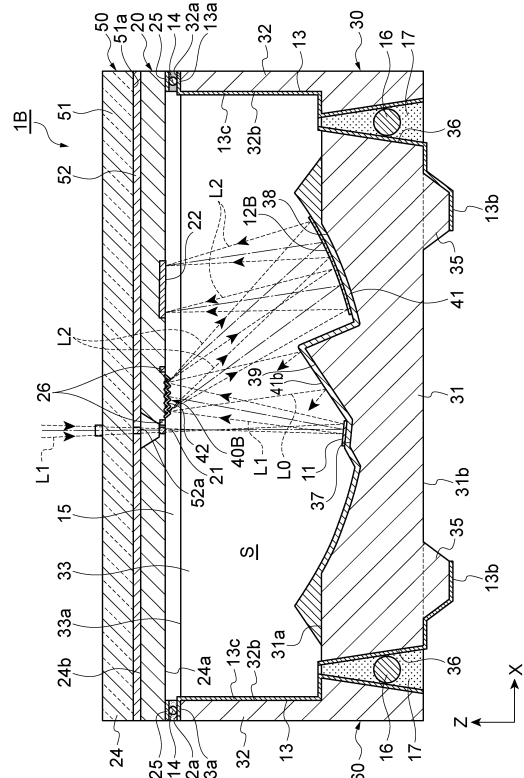
【 図 4 】



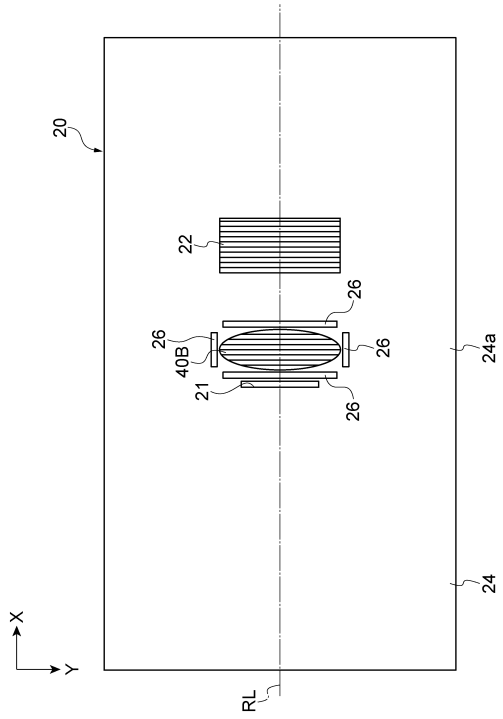
【 図 5 】



【 図 6 】



【図7】



フロントページの続き

審査官 立澤 正樹

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0262346 (US, A1)
特開2004-241084 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01J 3/00 - 3/52