

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5205241号
(P5205241)

(45) 発行日 平成25年6月5日(2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日(2013.2.22)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 J 3/18 (2006.01) G O 1 J 3/18

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-311057 (P2008-311057)	(73) 特許権者	000236436
(22) 出願日	平成20年12月5日(2008.12.5)		浜松ホトニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2009-300419 (P2009-300419A)		静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
(43) 公開日	平成21年12月24日(2009.12.24)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成23年8月11日(2011.8.11)		弁理士 長谷川 芳樹
(31) 優先権主張番号	特願2008-128687 (P2008-128687)	(74) 代理人	100092657
(32) 優先日	平成20年5月15日(2008.5.15)		弁理士 寺崎 史朗
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100124291
			弁理士 石田 悟
		(74) 代理人	100140442
			弁理士 柴山 健一
		(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】 分光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一方の面から入射した光を透過させる基板と、
前記基板の他方の面側に配置され、前記基板に入射した光を透過させる光透過部と、
前記光透過部に形成され、前記光透過部に入射した光を分光すると共に反射する分光部と、

前記基板の前記一方の面側に実装され、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、

前記他方の面には、前記基板に前記光検出素子を位置決めするための基準部に対して所定の位置関係を有する凹部が設けられており、

前記光透過部は、前記凹部に嵌め合わされていることを特徴とする分光モジュール。

【請求項2】

前記光透過部は、光学樹脂剤を介して前記凹部に嵌め合わされており、

前記凹部には、前記分光部のグレーティング溝の延在方向において前記光透過部と嵌め合わされる第1の嵌合部、及び前記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透過部と嵌め合わされる第2の嵌合部が設けられており、

前記第2の嵌合部と前記光透過部との隙間は、前記第1の嵌合部と前記光透過部との隙間よりも小さくなっていることを特徴とする請求項1記載の分光モジュール。

【請求項3】

前記凹部の側壁は、前記第1の嵌合部、前記第2の嵌合部、及び前記光透過部から離間

10

20

する離間部を含むことを特徴とする請求項2記載の分光モジュール。

【請求項4】

前記離間部は、前記光透過部を囲むように複数設けられていることを特徴とする請求項3記載の分光モジュール。

【請求項5】

一方の面側から入射した光を透過させる本体部と、
前記本体部に形成され、前記本体部に入射した光を分光すると共に反射する分光部と、
前記本体部の前記一方の面側に実装され、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、

前記一方の面には、前記本体部に前記分光部を位置決めするための基準部に対して所定の位置関係を有し、光学樹脂剤を介して前記光検出素子が嵌め合わされる凹部が設けられており、

前記凹部には、前記分光部のグレーティング溝の延在方向において前記光検出素子を挟んで対向し、前記光検出素子と嵌め合わされる少なくとも1対の第3の嵌合部、及び前記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検出素子を挟んで対向し、前記光検出素子と嵌め合わされる少なくとも1対の第4の嵌合部が設けられており、

前記第4の嵌合部と前記光検出素子との隙間は、前記第3の嵌合部と前記光検出素子との隙間よりも小さくなっていることを特徴とする分光モジュール。

【請求項6】

前記光検出素子は、前記グレーティング溝の延在方向と略直交する方向の長さが前記グレーティング溝の延在方向の長さよりも長くなるように長尺状に形成されていることを特徴とする請求項5記載の分光モジュール。

【請求項7】

前記光検出素子は、前記凹部に嵌め合わされた状態で、前記一方の面から突出していることを特徴とする請求項5又は6記載の分光モジュール。

【請求項8】

前記光検出素子には、前記分光部に進行する光が通過する光通過孔が設けられていることを特徴とする請求項5～7のいずれか一項記載の分光モジュール。

【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モジュールに関する。

【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、両凸レンズであるブロック状の支持体を備えており、支持体の一方の凸面に回折格子等の分光部が設けられ、支持体の他方の凸面側にフォトダイオード等の光検出素子が設けられた分光モジュールが記載されている。

【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

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、特許文献1記載の分光モジュールにあつては、分光部や光検出素子を位置決めして支持体に取り付けるに際し、分光部で分光された光を光検出素子に受光させつつ、分光部を光検出素子に対して移動させ、光検出素子の受光状態に基づいて、分光部と光検出素子との位置合わせを行う、いわゆるアクティブアライメントが必要となる。しかしながら、このようなアクティブアライメントには、分光モジュールの組立て作業の長時間化という問題がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

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、信頼性を維持しつつ簡便に組み立てることができる分光モジュール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 】

【 0 0 0 5 】

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、一方の面から入射した光を透過させる基板と、基板の他方の面側に配置され、基板に入射した光を透過させる光透過部と、光透過部に形成され、光透過部に入射した光を分光すると共に反射する分光部と、基板の一方の面側に配置され、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、他方の面には、基板に光検出素子を位置決めするための基準部に対して所定の位置関係を有し、光学樹脂剤を介して光透過部が嵌め合わされる凹部が設けられており、凹部には、分光部のグレーティング溝の延在方向において光透過部と嵌め合わされる第1の嵌合部、及び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透過部と嵌め合わされる第2の嵌合部が設けられており、第2の嵌合部と光透過部との隙間は、第1の嵌合部と光透過部との隙間よりも小さくなっていることを特徴とする。

10

【 0 0 0 6 】

この分光モジュールでは、基板に光検出素子を位置決めするための基準部に対して凹部が所定の位置関係を有しているため、分光部が形成された光透過部を凹部に嵌め合わせるだけで、分光部及び光透過部が基板に位置決めされる。このとき、光検出素子が基準部によって基板に位置決めされるため、結果として分光部と光検出素子とのアライメントが実現される。しかも、分光部の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嵌合部と光透過部との隙間が、分光部のグレーティング溝の延在方向における嵌合部と光透過部との隙間よりも小さくなっている。これにより、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は、光透過部と光検出素子とのアライメントが精度良く行われるため、分光部によって分光された光を正確に光検出素子に入射させることができる。更に、グレーティング溝の延在方向においては、光透過部と嵌合部との隙間がより大きく形成されるため、光学樹脂剤によって光透過部を基板に接着するに際し、余分な樹脂や空気を効果的に逃がすことができる。このように、この分光モジュールによれば、いわゆるパッシブアライメントが実現されるため、信頼性を維持しつつ簡便に組み立てることが可能となる。

20

【 0 0 0 7 】

本発明に係る分光モジュールにおいては、凹部の側壁は、第1の嵌合部、第2の嵌合部、及び光透過部から離間する離間部を含むことが好ましい。このような構造によれば、光学樹脂剤によって光透過部を基板に接着するに際し、光透過部と離間部との隙間から余分な樹脂や空気をより効果的に逃がすことができる。そのため、光透過部と基板との間における樹脂剤の偏りや気泡の発生が抑制され、基板に対して光透過部をより精度良く実装することが可能となる。

30

【 0 0 0 8 】

このとき、離間部は、光透過部を囲むように複数設けられていることが好ましい。この構成によれば、光学樹脂剤によって光透過部を基板に接着するに際し、光透過部を囲む複数の隙間から余分な樹脂や空気をより効率良く逃がすことができる。

40

【 0 0 0 9 】

また、本発明に係る分光モジュールは、一方の面から入射した光を透過させる基板と、基板の他方の面側に配置され、基板に入射した光を透過させる光透過部と、光透過部に形成され、光透過部に入射した光を分光すると共に反射する分光部と、基板の一方の面側に配置され、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、他方の面には、基板に光検出素子を位置決めするための基準部に対して所定の位置関係を有する凹部が設けられており、光透過部は、凹部に嵌め合わされていることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

この分光モジュールでは、基板に光検出素子を位置決めするための基準部に対して凹部が所定の位置関係を有しているため、分光部が形成された光透過部を凹部に嵌め合わせる

50

だけで、分光部及び光透過部が基板に位置決めされる。このとき、基準部によって光検出素子が基板に位置決めされるため、結果として分光部と光検出素子とのアライメントが実現される。このように、この分光モジュールによれば、いわゆるパッシブアライメントが実現されるため、信頼性を維持しつつ簡便に組み立てることが可能となる。

【0011】

また、本発明に係る分光モジュールは、一方の面側から入射した光を透過させる本体部と、本体部に形成され、本体部に入射した光を分光すると共に反射する分光部と、本体部の一方の面側に配置され、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、一方の面には、本体部に分光部を位置決めするための基準部に対して所定の位置関係を有し、光学樹脂剤を介して光検出素子が嵌め合わされる凹部が設けられており、凹部には、分光部のグレーティング溝の延在方向において光検出素子と嵌め合わされる第3の嵌合部、及び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と嵌め合わされる第4の嵌合部が設けられており、第4の嵌合部と光検出素子との隙間は、第3の嵌合部と光検出素子との隙間よりも小さくなっていることを特徴とする。

10

【0012】

この分光モジュールでは、本体部に分光部を位置決めするための基準部に対して凹部が所定の位置関係を有しているため、光検出素子を凹部に嵌め合わせるだけで、光検出素子が本体部に位置決めされる。このとき、分光部が基準部によって本体部に位置決めされるため、結果として分光部と光検出素子とのアライメントが実現される。しかも、分光部の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嵌合部と光検出素子との隙間が、分光部のグレーティング溝の延在方向における嵌合部と光検出素子との隙間よりも小さくなっている。これにより、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は、本体部と光検出素子とのアライメントが精度良く行われるため、分光部によって分光された光を正確に光検出素子に入射させることができる。更に、グレーティング溝の延在方向においては、光検出素子と嵌合部との隙間がより大きく形成されるため、光学樹脂剤によって光検出素子を基板に接着するに際し、余分な樹脂や空気を効果的に逃がすことができる。このように、この分光モジュールによれば、いわゆるパッシブアライメントが実現されるため、信頼性を維持しつつ簡便に組み立てることが可能となる。

20

【0013】

本発明に係る分光モジュールにおいては、光検出素子は、グレーティング溝の延在方向と略直交する方向の長さがグレーティング溝の延在方向の長さよりも長くなるように長尺状に形成されていることが好ましい。この構成によれば、グレーティング溝の延在方向における嵌合部と光検出素子との隙間が、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嵌合部と光検出素子との隙間よりも長くなり、しかも、隙間に至る距離が短くなるため、余分な樹脂や空気を効率良く隙間に移動させることができる。

30

【0014】

本発明に係る分光モジュールにおいては、光検出素子は、凹部に嵌め合わされた状態で、一方の面から突出していることが好ましい。この構成によれば、基板の一方の面に設けられた凹部に光検出素子を嵌め合わせる作業を容易化することができるばかりか、凹部の底面に光検出素子を確実に押し付けて、余分な樹脂や空気を確実に逃がすことができる。

40

【0015】

本発明に係る分光モジュールにおいては、光検出素子には、分光部に進行する光が通過する光通過孔が設けられていることが好ましい。この構成によれば、分光部及び光検出素子に対する光通過孔のパッシブアライメントを実現させることができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、分光モジュールの信頼性を維持しつつ分光モジュールの簡便な組立てが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

50

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の実施形態]

【0018】

図1は、本発明に係る分光モジュールの第1の実施形態の平面図であり、図2は、図1のII-II線に沿っての断面図である。図1, 2に示されるように、分光モジュール1は、前面(一方の面)2aから入射した光L1を透過させる基板2と、基板2に入射した光L1を透過させるレンズ部(光透過部)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によって反射された光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等を測定するマイクロ分光モジュールである。

10

【0019】

基板2は、BK7、パイレックス(登録商標)、石英等の光透過性ガラス、プラスチック等によって、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等の単層膜、或いはCr-Pt-Au、Ti-Pt-Au、Ti-Ni-Au、Cr-Au等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等の単層膜、或いはCr-CrO等の積層膜からなる光反射防止層11dを基板2の前面2a側に有している。

20

【0020】

更に、基板2の前面2aには、基板2に光検出素子5を位置決めするための十字状のアライメントマーク(基準部)12a, 12b, 12c, 12dが配線11と同様の構成によって形成されている。アライメントマーク12a, 12bは、基板2の長手方向の両端部にそれぞれ形成されており、基板2の長手方向と略直交する方向における中央位置に配置されている。また、アライメントマーク12c, 12dは、基板2の長手方向と略直交する方向における両端部にそれぞれ形成されており、基板2の長手方向の中央位置に配置されている。

30

【0021】

図3は、図1の分光モジュールの分解斜視図であり、図4は、図1の分光モジュールの下面図である。図3, 4に示されるように、基板2の後面(他方の面)2bには、レンズ部3が嵌め合わされる凹部19が設けられている。凹部19は、基板2の後面2bと略平行な底面21、及び底面21に略垂直な側壁(第1の嵌合部(後述するグレーティング溝6aの延在方向において対向する側壁)、及び第2の嵌合部(後述するグレーティング溝6aの延在方向と略直交する方向において対向する側壁))22からなり、アライメントマーク12a, 12b, 12c, 12dに対して所定の位置関係を有するようにエッチングによって形成されている。また、凹部19は、基板2の長手方向と略直交する方向において形成されるレンズ部3と側壁22との隙間に比べて、基板2の長手方向において形成されるレンズ部3と側壁22との隙間が小さくなるように形成されている(例えば、基板2の長手方向と略直交する方向において形成される隙間が0~100µm、基板2の長手方向において形成される隙間が0~30µm)。

40

【0022】

図5は、図1の分光モジュールのレンズ部の斜視図である。図5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、或いは光透過性低融点ガラス、プラスチック等によって、半球状のレンズがその底面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、底面3aの全長12~18mm、底面3aの全幅(すなわち側面3b間距離)6~10mm、高さ5~8mm)に形成されており、分光部4に

50

よって分光された光 L 2 を光検出素子 5 の光検出部 5 a に結像するレンズとして機能する。なお、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よい。

【 0 0 2 3 】

図 2 , 3 に示されるように、レンズ部 3 は、光学樹脂剤 1 6 を介して凹部 1 9 に嵌め合わされている。すなわち、レンズ部 3 は、基板 2 の後面 2 b 側に配置されている。具体的には、レンズ部 3 は、レンズ部 3 と凹部 1 9 の側壁 2 2 との間に隙間が形成されるように嵌め合わされており、これらの隙間及びレンズ部 3 の底面 3 a と凹部 1 9 の底面 2 1 との間に光学樹脂剤 1 6 が介在している。

【 0 0 2 4 】

図 2 ~ 4 に示されるように、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 と、回折層 6 の外側表面に形成された反射層 7 と、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り形成され、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等のレプリカ用光学樹脂を光硬化させることにより形成される。反射層 7 は、膜状であって、例えば、回折層 6 の外側表面に A 1 や A u 等を蒸着することで形成される。なお、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 N A 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。

【 0 0 2 5 】

図 1 , 2 に示されるように、光検出素子 5 は、長方形板状（例えば、全長 5 ~ 1 0 mm、全幅 1 . 5 ~ 3 mm、厚さ 0 . 1 ~ 0 . 8 mm）に形成されている。光検出素子 5 の光検出部 5 a は、C C D イメージセンサ、P D アレイ、或いは C M O S イメージセンサ等であり、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（すなわちグレーティング溝 6 a の並設方向）に配列されてなる。

【 0 0 2 6 】

光検出部 5 a が C C D 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 5 a が P D アレイ又は C M O S イメージセンサの場合、1 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。

【 0 0 2 7 】

なお、光検出部 5 a が P D アレイ又は C M O S 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 6 a 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 5 a が C C D 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 1 2 . 5 μ 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 1 mm、配列されるチャンネルの数が 2 5 6 のものが光検出素子 5 に用いられる。

【 0 0 2 8 】

また、光検出素子 5 には、チャンネルの配列方向において光検出部 5 a と並設され、分光部 4 に進行する光 L 1 が通過する光通過孔 5 b が形成されている。光通過孔 5 b は、基板 2 の長手方向と略直交する方向に延在するスリット（例えば、長さ 0 . 5 ~ 1 mm、幅 1 0 ~ 1 0 0 μ m）であり、光検出部 5 a に対して高精度に位置決めされた状態でエッチング等によって形成されている。

【 0 0 2 9 】

また、基板 2 の前面 2 a には、配線 1 1 のパッド部 1 1 a , 1 1 b 及びアライメントマ

10

20

30

40

50

ーク12a, 12b, 12c, 12dを露出させ且つ配線11の接続部11cを覆うように吸光層13が形成されている。吸光層13には、分光部4に進行する光L1が通過するように光検出素子5の光通過孔5bと対向する位置にスリット13aが形成されると共に、光検出素子5の光検出部5aに進行する光L2が通過するように光検出部5aと対向する位置に開口部13bが形成される。吸光層13は、所定の形状にパターニングされて、CrO、CrOを含む積層膜、或いはブラックレジスト等によって一体成形される。

【0030】

吸光層13から露出したパッド部11aには、光検出素子5の外部端子が、バンプ14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。また、パッド部11bは、外部の電気素子(不図示)と電氣的に接続される。そして、光検出素子5の基板2側(ここでは、光検出素子5と基板2又は吸光層13との間)には、少なくとも光L2を透過させるアンダーフィル材15が充填され、これによって、機械強度を保つことができる。

10

【0031】

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。

【0032】

まず、基板2の前面2aに、配線11及びアライメントマーク12a, 12b, 12c, 12dをパターニングする。その後、パッド部11a, 11b及びアライメントマーク12a, 12b, 12c, 12dが露出され、スリット13a及び開口部13bが形成されるように吸光層13をパターニングする。この吸光層13は、フォトリソグラフィによりアライメントして形成される。また、両面アライメント露光装置等を利用したフォトリソグラフィとエッチングとにより、基板2の後面2bに、前面2aに形成されたアライメントマーク12a, 12b, 12c, 12dに対して所定の位置関係を有するように凹部19を形成する。

20

【0033】

吸光層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。このとき、光検出素子5は、光検出部5aのチャンネルの配列方向が基板2の長手方向と略一致し且つ光検出部5aが基板2の前面2a側を向くように配置され、画像認識によってアライメントマーク12a, 12b, 12c, 12dを基準とした所定の位置に実装される。

30

【0034】

その一方で、レンズ部3に分光部4を形成する。まず、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(不図示)を当接させる。次に、レプリカ用光学樹脂にマスターグレーティングを当接させた状態で光を当てて硬化させることによって、基板2の長手方向と略直交する方向に延在する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。なお、硬化させた後は、加熱キュアを行うことによって安定化させることが好ましい。レプリカ用光学樹脂が硬化したらマスターグレーティングを離型して、回折層6の外面にアルミや金をマスク蒸着、或いは全面蒸着することによって反射層7を形成する。

40

【0035】

続いて、基板2の凹部19に光硬化性の光学樹脂剤16を塗布する。そして、レンズ部3の底面3a側を凹部19に嵌め合わせる。このとき、レンズ部3は、分光部4のグレーティング溝6aの延在方向が基板2の長手方向と略直交する方向に略一致するように嵌め合わされ、レンズ部3と凹部19の側壁22との隙間からは、余分な樹脂剤や空気が逃がされる。その後、光を当てて光学樹脂剤16を硬化させることによって、レンズ部3を基板2に実装する。

【0036】

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。

【0037】

この分光モジュール1では、基板2に光検出素子5を位置決めするためのアライメント

50

マーク12a, 12b, 12c, 12dに対して凹部19が所定の位置関係を有しているため、分光部4が形成されたレンズ部3を凹部19に嵌め合わせるだけで、分光部4及びレンズ部3が基板2に対して位置決めされる。また、分光モジュール1では、アライメントマーク12a, 12b, 12c, 12dによって光検出素子5が基板2に位置決めされているため、分光部4が基板2に対して位置決めされることによって、結果として分光部4と光検出素子5とのアライメントが実現される。従って、この分光モジュール1によれば、いわゆるパッシブアライメントが実現されるため、分光モジュールの簡便な組み立てが可能となる。

【0038】

また、この分光モジュール1では、凹部19が、側壁22とレンズ部3との隙間が、グレーティング溝6aの延在方向（すなわち基板2の長手方向と略直交する方向）における隙間に比べて、グレーティング溝6aの延在方向と略直交する方向（すなわち基板2の長手方向）と略一致する方向における隙間が小さくなるように形成されている。従って、この分光モジュール1によれば、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は、レンズ部3と光検出素子5とのアライメントが精度良く行われるため、分光部4によって分光された光L2を正確に光検出素子5に入射させることができ、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。そして、この分光モジュール1では、光検出素子5におけるチャンネル（画素のライン）の配列方向と基板2の長手方向とが略一致しているため、チャンネルの配列方向（すなわちグレーティング溝6aの延在方向と略直交する方向）においては、レンズ部3と光検出素子5とのアライメントが精度良く行われることとなる。従って、この分光モジュール1によれば、分光部4によって分光された光L2がチャンネルの配列方向（チャンネルの幅方向）にずれることなく適切なチャンネル内に入射されるため、分光モジュールの信頼性の向上が効果的に図られる。

【0039】

また、分光モジュール1によれば、グレーティング溝6aの延在方向においては、レンズ部3と側壁22との隙間がより大きく形成されるため、光学樹脂剤によってレンズ部3を基板2に接着するに際し、グレーティング溝6aの延在方向の隙間から余分な樹脂や空気を効果的に逃がすことができる。従って、この分光モジュール1によれば、レンズ部3と基板2との間（すなわちレンズ部3と凹部19との間）における光学樹脂剤16の偏りや気泡発生が抑制されるため、基板2に対してレンズ部3を精度良く実装することが可能となる。

【0040】

本発明は、上述した第1の実施形態に限定されるものではない。

【0041】

例えば、図6に示されるように、凹部33は、基板32の後面32bと略平行な長方形の底面34、及び底面34に略垂直な側壁35からなり、側壁35は、基板32の長手方向及び長手方向と略直交する方向においてレンズ部3が嵌め合わされる嵌合部35aと、レンズ部3から離間する離間部35bとを有していてもよい。この場合、レンズ部3を基板32に実装するに際し、レンズ部3と離間部35bとの間に形成された隙間Mから、余分な樹脂や空気を逃がすことができるため、レンズ部3と基板32との間に樹脂の偏りや気泡が生じることなく、レンズ部3の確実な固定が図られると共に、レンズ部3と底面34との間の樹脂の厚みが略均一とされ、基板32に対する水平精度の高いレンズ部3の実装が可能となる。

【0042】

また、図7に示されるように、凹部43は、基板42の後面42bと略平行な略長方形の底面44、及び底面44に略垂直な側壁45からなり、側壁45は、基板42の長手方向に沿って凹部43内側に突出した2対の凸部45aの一部を含み、基板42の長手方向及び長手方向と略直交する方向においてレンズ部3が嵌め合わされる嵌合部45bと、レンズ部3から離間する離間部45cとを有していてもよい。この場合、レンズ部3を基板42に実装するに際し、嵌合部45bが凹部43内側に突出した凸部45aの一部を含

10

20

30

40

50

むため、第2の実施形態と比べてレンズ部3と離間部45cとの隙間Nがより大きく形成され、効果的に余分な樹脂や空気を逃がすことが可能となる。

【0043】

また、図6, 7に示されるように、離間部は、レンズ部3を囲むように複数設けられていてもよい。この構成によれば、レンズ部3と離間部との隙間がレンズ部3を囲むように複数形成されるため、光学樹脂剤によってレンズ部3を基板に接着するに際し、レンズ部3を囲む複数の隙間から余分な樹脂や空気を効率良く逃がすことができる。

【0044】

また、図6, 7に示される凹部は、基板の長手方向と略直交する方向におけるレンズ部3と凹部の側面との隙間に比べて、基板の長手方向と略一致する方向におけるレンズ部3と凹部の側面との隙間が小さくなるように形成されていてもよい。この場合、より効果的に余分な樹脂や空気を逃がすことができる。

【0045】

また、凹部は、基板のエッチングではなく、レジスト等の樹脂やメタルマスクによって基板上に形成されていてもよい。

【0046】

また、基準部は、アライメントマーク12a, 12b, 12c, 12dに限定されず、例えば配線11を基準部として利用し、凹部19及び光検出素子5の位置合わせを行ってもよい。また、例えば基板2の外形におけるコーナー部を基準部として利用してもよい。

[第2の実施形態]

【0047】

図8は、本発明に係る分光モジュールの第2の実施形態の平面図であり、図9は、図8のIX-IX線に沿っての断面図である。図8, 9に示されるように、分光モジュール10は、前面(一方の面)2a側から入射した光L1を透過させる基板(本体部)2と、基板2に入射した光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によって反射された光L2を検出する光検出素子5と、を備えている。

【0048】

基板2は、長方形板状に形成されており、基板2の前面2aには、光検出素子5が配置される断面長方形の開口部51aが形成された長方形板状の配線基板51が樹脂剤53によって接着されている。配線基板51には、金属材料からなる配線52が設けられている。配線52は、開口部51aの周囲に配置された複数のパッド部52a、配線基板51の長手方向における両端部に配置された複数のパッド部52b、及び対応するパッド部52aとパッド部52bとを接続する複数の接続部52cを有している。

【0049】

図10は、図8の分光モジュールの下面図である。図9, 10に示されるように、レンズ部3は、基板2の角部や辺部等、基板2の外縁部を基準部として、光L1, L2を透過させる光学樹脂剤16によって基板2の後面(他方の面)2bに接着されている。このとき、分光部4は、レンズ部3に対して高精度に位置決めされているため、基板2の外縁部は、基板2に分光部4を位置決めするための基準部となる。

【0050】

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54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6aが並設されることによって形成され、グレーティング溝6a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。

【0051】

図8, 9に示されるように、光検出素子5は、長方形板状に形成されており、光検出素子5の分光部4側の面には、光検出部5aが形成されている。光検出部5aは、CCDイメージセンサ、PDアレイ、或いはCMOSイメージセンサ等であり、複数のチャンネル

10

20

30

40

50

が分光部4のグレーティング溝6aの延在方向と略直交する方向(すなわちグレーティング溝6aの並設方向)に配列されてなる。

【0052】

また、光検出素子5には、チャンネルの配列方向において光検出部5a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5bが形成されている。光通過孔5bは、基板2の長手方向と略直交する方向に延在するスリットであり、光検出部5aに対して高精度に位置決めされた状態でエッチング等によって形成されている。

【0053】

図11は、図9の分光モジュールの要部拡大断面図である。図11に示されるように、光検出素子5は、光L1、L2を透過させる光学樹脂剤55によって光検出素子5の分光部4側の面に接着された光透過板56、並びに光検出素子5の分光部4と反対側の面において光検出部5aと対向する部分に形成された遮光膜57を有している。光透過板56は、光検出部5a及び光通過孔5bを覆っている。遮光膜57は、光通過孔5bを介することなく分光部4に進行しようとする光L1や、光検出部5aに直接入射しようとする光L1を遮光する。なお、配線基板51も、遮光膜57と同様に、光通過孔5bを介することなく分光部4に進行しようとする光L1を遮光する機能を有している。

10

【0054】

光検出素子5の分光部4側の面には、電極58が複数形成されており、光検出素子5の分光部4と反対側の面には、各電極58と貫通電極59によって接続された端子電極61が複数形成されている。各端子電極61は、対応する配線基板51のパッド部52aとワイヤ62によって接続されている。これにより、光検出部5aで発生した電気信号は、電極58、貫通電極59、端子電極61、パッド部52a、接続部52c及びパッド部52bを介して外部に取り出される。

20

【0055】

光透過板56の光検出素子5側の面には、吸光層68が形成されている。吸光層68には、分光部4に進行する光L1が通過するように光検出素子5の光通過孔5bと対向する位置に光通過孔68aが形成されると共に、光検出素子5の光検出部5aに進行する光L2が通過するように光検出部5aと対向する位置に光通過孔68bが形成されている。吸光層68は、所定の形状にパターンニングされて、CrO₂、CrO₂を含む積層膜、或いはブラックレジスト等によって一体成形される。なお、吸光層68は、図12に示されるように、光検出素子5の分光部4側の面に形成されていてもよい。

30

【0056】

図11に示されるように、基板2の前面2aには、光L1、L2を透過させる光学樹脂剤63を介して光検出素子5が嵌め合わされる断面長方形の凹部64が設けられている。凹部64は、基板2の前面2aと略平行な底面65、及び底面65に略垂直な側壁66からなり、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エッチングによって形成されている。なお、光検出素子5は、凹部64に嵌め合わされた状態で、基板2の前面2aから突出している。

【0057】

図13は、図8の分光モジュールにおける光検出素子と凹部との関係を示す図である。図13に示されるように、凹部64には、分光部4のグレーティング溝6aの延在方向において光検出素子5と嵌め合わされる側壁(第3の嵌合部)66a、及び分光部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検出素子5と嵌め合わされる側壁(第4の嵌合部)66bが設けられている。側壁66bと光検出素子5との隙間は、側壁66aと光検出素子5との隙間よりも小さくなっている。

40

【0058】

上述した分光モジュール10の製造方法について説明する。

【0059】

まず、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

50

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 6 a 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 等を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 MgF₂ 等を蒸着することでパッシベーション層 5 4 を形成する。

【 0 0 6 0 】

その一方で、基板 2 を準備し、両面アライメント露光装置等を利用したフォトリソグラフィとエッチングとにより、基板 2 の角部や辺部等、基板 2 の外縁部を基準部として、その基準部に対して所定の位置関係を有するように、基板 2 の前面 2 a に凹部 6 4 を形成する。

10

【 0 0 6 1 】

続いて、分光部 4 が形成されたレンズ部 3 を、基板 2 の角部や辺部等、基板 2 の外縁部を基準部として、光学樹脂剤 1 6 によって基板 2 の後面 2 b に接着する。その後、基板 2 の凹部 6 4 に光学樹脂剤 6 3 を塗布して、光透過板 5 6 付きの光検出素子 5 を凹部 6 4 に嵌め合わせる。そして、光を照射することにより光学樹脂剤 6 3 を硬化させて、光検出素子 5 を基板 2 に実装する。

【 0 0 6 2 】

続いて、配線基板 5 1 を、樹脂剤 5 3 によって基板 2 の前面 2 a に接着する。そして、対応する光検出素子 5 の端子電極 6 1 と配線基板 5 1 のパッド部 5 2 a とをワイヤ 6 2 によって接続し、分光モジュール 1 0 を得る。

20

【 0 0 6 3 】

以上説明したように、分光モジュール 1 0 においては、基板 2 に分光部 4 を位置決めするための基準部である基板 2 の外縁部に対して凹部 6 4 が所定の位置関係を有しているため、光検出素子 5 を凹部 6 4 に嵌め合わせるだけで、光検出素子 5 が基板 2 に位置決めされる。このとき、分光部 4 が形成されたレンズ部 3 が、基準部である基板 2 の外縁部によって基板 2 に位置決めされるため、結果として、分光部 4 と光検出素子 5 とのアライメントが実現される。しかも、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における凹部 6 4 の側壁 6 6 と光検出素子 5 との隙間が、分光部 4 のグレーティング溝 6 a の延在方向における凹部 6 4 の側壁 6 6 と光検出素子 5 との隙間よりも小さくなっている。これにより、グレーティング溝 6 a の延在方向と略直交する方向においては、レンズ部 3 と光検出素子 5 とのアライメントが精度良く行われるため、分光部 4 によって分光された光 L 2 を正確に光検出素子 5 に入射させることができる。更に、光検出素子 5 が長方形板状であることから、グレーティング溝 6 a の延在方向においては、光検出素子 5 と凹部 6 4 の側壁 6 6 との隙間がより長く形成され、隙間に至る距離もより短くなるため、光学樹脂剤 6 3 によって光検出素子 5 を基板 2 に接着するに際し、余分な樹脂や空気を効果的に逃がすことができる。このように、分光モジュール 1 0 によれば、いわゆるパッシブアライメントが実現されるため、信頼性を維持しつつ簡便に組み立てることが可能となる。

30

【 0 0 6 4 】

また、分光モジュール 1 0 においては、光検出素子 5 が、凹部 6 4 に嵌め合わされた状態で、基板 2 の前面 2 a から突出している。これにより、基板 2 の前面 2 a に設けられた凹部 6 4 に光検出素子 5 を嵌め合わせる作業を容易化することができるばかりか、凹部 6 4 の底面 6 5 に光検出素子 5 を確実に押し付けて、余分な樹脂や空気を確実に逃がすことができる。

40

【 0 0 6 5 】

更に、分光モジュール 1 0 においては、光検出素子 5 に、分光部 4 に進行する光 L 1 が通過する光通過孔 5 b が設けられている。これにより、分光部 4 及び光検出素子 5 に対する光通過孔 5 b のパッシブアライメントを実現させることができる。

【 0 0 6 6 】

50

本発明は、上述した第2の実施形態に限定されるものではない。

【0067】

例えば、図14に示されるように、複数層の基板を貼り合わせることで基板2を構成してもよい。一例として、2層の基板 2_1 、 2_2 が光学樹脂剤16によって貼り合わされて基板2が構成されている場合、分光部4と反対側に配置される基板 2_1 に断面長方形の開口部を設けることで、基板2の凹部64を形成してもよい。

【0068】

また、隣り合う基板 2_1 と基板 2_2 との間や、基板 2_2 とレンズ部3との間に、分光部4に進行する光L1が通過する光通過孔67a、及び光検出素子5の光検出部5aに進行する光L2が通過する光通過孔67bを有する吸光層67を形成してもよい。この構成によれば、広がりながら進行する光を所望の領域に到達するように制限することができると共に、光検出素子5に迷光が入射するのを効果的に抑制することができる。

10

【0069】

なお、吸光層67の材料としては、ブラックレジスト、フィラー（カーボンや酸化物等）が入った有色の樹脂（シリコン、エポキシ、アクリル、ウレタン、ポリイミド、複合樹脂等）、CrやCo等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。また、吸光層67において光通過孔67a、67bのサイズを異ならせることで、光学NAを調整することができる。

【0070】

また、図14に示されるように、光検出素子5として、いわゆる裏面入射型の素子を適用してもよい。この場合には、電極58が光検出部5aと共に外側に位置することになるので、電極58を端子電極として配線基板51のパッド部52aとワイヤ62で接続すればよい。また、基板2とレンズ部3とをモールドで一体成形してもよいし、レンズ部3と回折層6とをレプリカ成型用の光透過性低融点ガラス等によって一体的に形成してもよい。また、本体部として基板2を用いずに、レンズ部3の前面に凹部64を形成してもよい。

20

【0071】

また、図15に示されるように、光検出素子5が嵌め合わされる凹部64の側壁66は、光検出素子5から離間する離間部66cを有していてもよい。このような構造によれば、光学樹脂剤63によって光検出素子5を基板2に接着するに際し、光検出素子5と離間部66cとの隙間から余分な樹脂や空気をより効果的に逃がすことができる。そのため、光検出素子5と基板2との間における樹脂剤の偏りや気泡の発生を抑制することが可能となる。

30

【0072】

更に、本発明は、上述した第1及び第2の実施形態に限定されるものではなく、基板2の後面2bに凹部19を設け、光学樹脂剤16を介在させて凹部19にレンズ部3を嵌め合わせると共に、基板2の前面2aに凹部64を設け、光学樹脂剤63を介在させて凹部64に光検出素子5を嵌め合わせてもよい。この場合には、一例として、凹部64が、基板2に光検出素子5を位置決めするための基準部となり、凹部19が、基板2に分光部4を位置決めするための基準部となる。また、分光部4に進行する光L1が通過する光通過孔5bを光検出素子5に形成せず、別途、配線基板や遮光膜に形成してもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本発明に係る分光モジュールの第1の実施形態の平面図である。

【図2】図1のII-II線に沿っての断面図である。

【図3】図1の分光モジュールの分解斜視図である。

【図4】図1の分光モジュールの下面図である。

【図5】図1の分光モジュールのレンズ部の斜視図である。

【図6】本発明に係る分光モジュールの他の実施形態の下面図である。

【図7】本発明に係る分光モジュールの他の実施形態の下面図である。

50

【図 8】本発明に係る分光モジュールの第 2 の実施形態の平面図である。

【図 9】図 8 の IX - IX 線に沿っての断面図である。

【図 10】図 8 の分光モジュールの下面図である。

【図 11】図 9 の分光モジュールの要部拡大断面図である。

【図 12】本発明に係る分光モジュールの他の実施形態の要部拡大断面図である。

【図 13】図 8 の分光モジュールにおける光検出素子と凹部との関係を示す図である。

【図 14】本発明に係る分光モジュールの他の実施形態の断面図である。

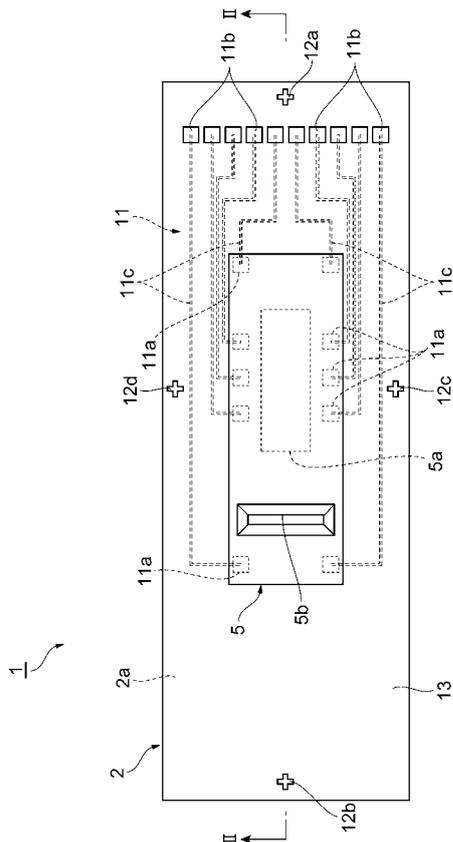
【図 15】本発明に係る分光モジュールの他の実施形態における光検出素子と凹部との関係を示す図である。

【符号の説明】

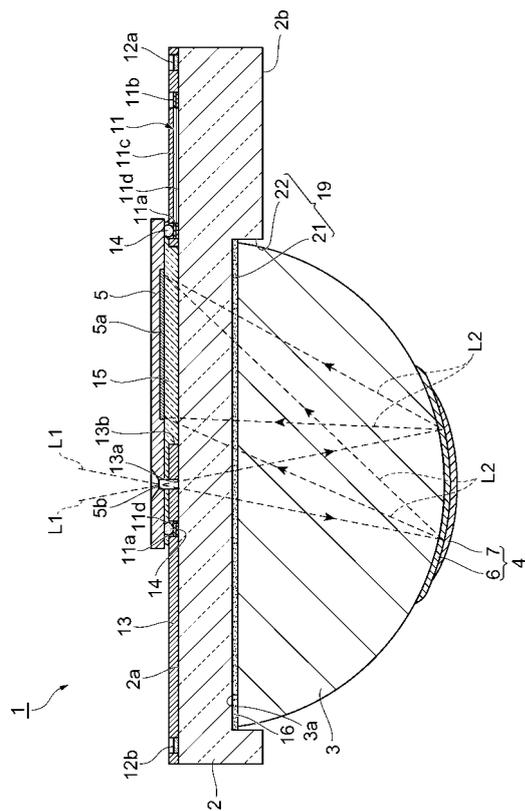
【 0 0 7 4 】

1, 10 ... 分光モジュール、 2 ... 基板 (本体部)、 2 a ... 前面 (一方の面)、 2 b ... 後面 (他方の面)、 3 ... レンズ部 (光透過部、 本体部)、 4 ... 分光部、 5 ... 光検出素子、 6 a ... グレーティング溝、 16 ... 光学樹脂剤、 19 ... 凹部、 22 ... 側壁 (第 1 の嵌合部、 第 2 の嵌合部)、 63 ... 光学樹脂剤、 64 ... 凹部、 66 a ... 側壁 (第 3 の嵌合部)、 66 b ... 側壁 (第 4 の嵌合部)。

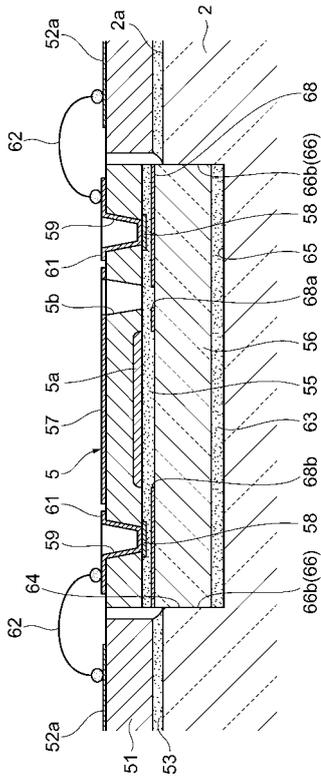
【 図 1 】



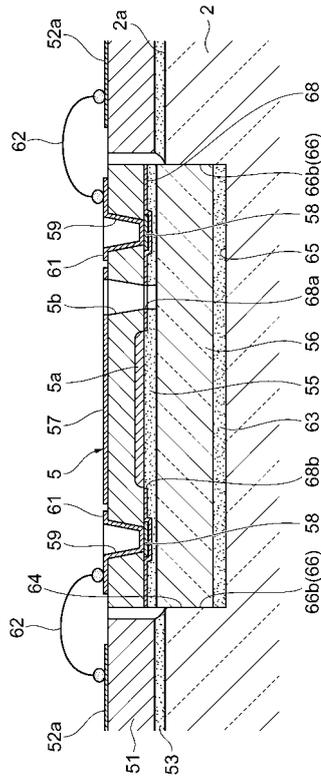
【 図 2 】



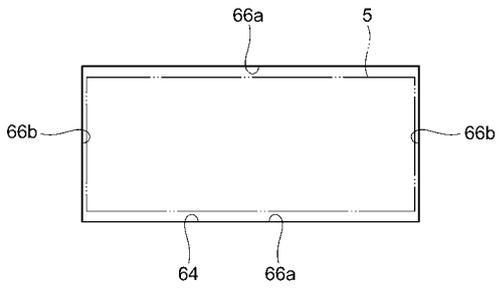
【図 1 1】



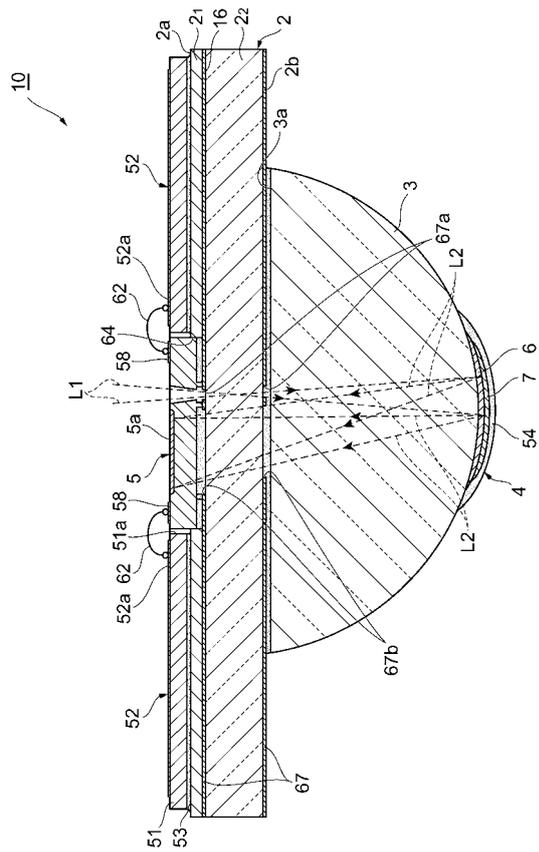
【図 1 2】



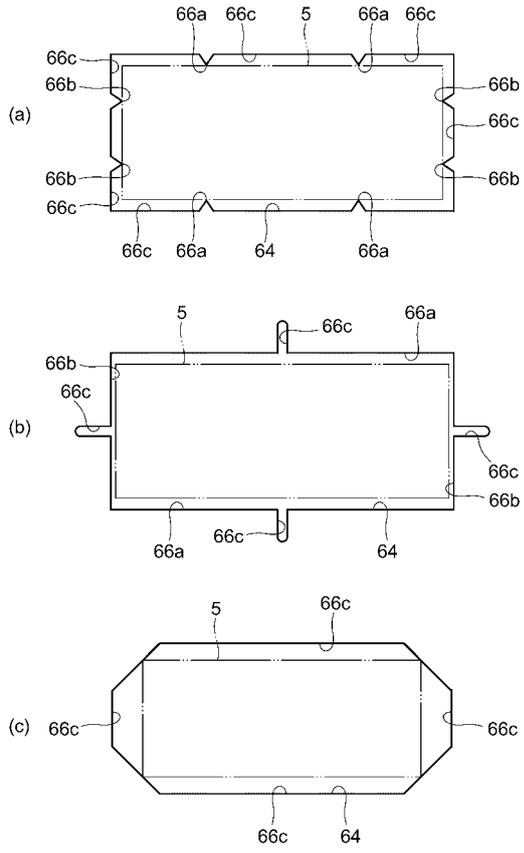
【図 1 3】



【図 1 4】



【 図 15 】



フロントページの続き

- (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 廣瀬 真樹
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 伊藤 将師
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

審査官 高 場 正光

- (56)参考文献 特開2004-354176(JP,A)
特開2000-065642(JP,A)
実用新案登録第2592081(JP,Y2)
国際公開第2008/149940(WO,A1)
独国特許出願公開第19717015(DE,A1)
特開平04-294223(JP,A)
特開2004-053992(JP,A)
“MEMS技術とイメージセンサ技術を融合 新開発、“親指サイズ”にまとめた超小型分光器
MSシリーズ「C10988MA(X)」のサンプル出荷を開始”, NEWS RELEASE, 浜松ホト
ニクス株式会社, 2008年 8月28日, 4p, URL, https://jp.hamamatsu.com/hamamatsu/press/2008/common/pdf/2008_08_28.pdf

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J3/00-3/52
G01N21/00-21/61
G02B7/00-7/40