

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7123599号
(P7123599)

(45)発行日 令和4年8月23日(2022.8.23)

(24)登録日 令和4年8月15日(2022.8.15)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 N 21/3504(2014.01) G 0 1 N 21/3504

請求項の数 9 (全12頁)

(21)出願番号	特願2018-64724(P2018-64724)	(73)特許権者	303046277 旭化成エレクトロニクス株式会社 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号
(22)出願日	平成30年3月29日(2018.3.29)	(74)代理人	100066980 弁理士 森 哲也
(65)公開番号	特開2019-174354(P2019-174354 A)	(74)代理人	100103850 弁理士 田中 秀 てつ
(43)公開日	令和1年10月10日(2019.10.10)	(72)発明者	安田 大貴 東京都千代田区神田神保町一丁目105 番地 旭化成エレクトロニクス株式会社内
審査請求日	令和2年12月10日(2020.12.10)	審査官	田中 洋介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 受発光装置及び光学式濃度測定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光面を有し、赤外光を含む光を放射する発光部と、
前記発光面から放射された光を集光する反射鏡を有する集光部と、
受光面を有し、当該受光面が前記集光部による集光点に配置されたフォトダイオードと、
を備え、

前記フォトダイオードは、第1半導体基板と、当該第1半導体基板の一方の面に形成された複数の第1半導体積層部と、を有し、

前記複数の第1半導体積層部の一部は互いに直列に接続されており、

前記第1半導体基板の他方の面の少なくとも一部が前記受光面であり、当該受光面は、
二乗平均平方根粗さが30nm以上であって、

前記受光面の短辺a[μm]及び長辺b[μm]と、前記発光面の短辺c[μm]及び長辺d[μm]とは、 $a - c > 40$ 、且つ、 $b - d > 40$ を満たし、さらに、前記発光部から放射され、前記集光部で集光された赤外光を前記受光面と同一面内で入射する光集光面が、前記受光面内に収まる受発光装置。

【請求項2】

前記受光面の短辺a[μm]及び長辺b[μm]と、前記発光面の短辺c[μm]及び長辺d[μm]とは、 $a - c > 80$ 、且つ、 $b - d > 80$ を満たす請求項1に記載の受発光装置。

【請求項3】

前記受光面の短辺 a [μm] 及び長辺 b [μm] と、前記発光面の短辺 c [μm] 及び長辺 d [μm] とは、 $a - c < 500$ 、且つ、 $b - d < 500$ を満たす請求項 1 又は請求項 2 に記載の受発光装置。

【請求項 4】

前記集光部は、複数の前記反射鏡を有し、前記発光部から放射された赤外光を含む光が複数の前記反射鏡で反射される請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の受発光装置。

【請求項 5】

前記フォトダイオードは、第 1 半導体基板の他方の面の少なくとも一部を露出した状態で前記第 1 半導体基板と前記第 1 半導体積層部とを封止する封止部をさらに有する請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の受発光装置。

10

【請求項 6】

前記発光部は、第 2 半導体基板と、当該第 2 半導体基板の一方の面に形成された第 2 半導体積層部と、を有する発光ダイオードを含み、

前記第 2 半導体基板の他方の面の少なくとも一部が前記発光面を形成している請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の受発光装置。

【請求項 7】

前記発光ダイオードは、前記第 2 半導体積層部とは電氣的に絶縁された第 3 半導体積層部を有し、

当該第 3 半導体積層部は、前記第 2 半導体基板の前記一方の面であり、前記第 2 半導体積層部から出力された光のうち前記第 2 半導体基板の前記他方の面で反射した光が入射する位置に配置されている請求項 6 に記載の受発光装置。

20

【請求項 8】

前記集光部を保持する筐体をさらに備え、

前記集光部は、樹脂製の接着剤で前記筐体に固定されている請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の受発光装置。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の受発光装置と、

前記受発光装置の前記フォトダイオードからの信号が入力され、前記発光部から前記フォトダイオードまでの光路中の物質の濃度を測定する濃度演算部と、を備える光学式濃度測定装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は受発光装置及び光学式濃度測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から大気中の測定対象ガスの濃度測定を行うガス濃度測定装置として、ガスの種類によって吸収される赤外線波長の異なることを利用し、この吸収量を検出することによりそのガス濃度を測定する非分散赤外吸収型 (Non-Dispersive Infrared) ガス濃度測定装置が知られている。

40

例えば、特許文献 1 に記載の受発光装置は、発光部と、集光部と、集光された光を反射させる反射部と、を有するガスセルを備える。発光部及び受光部をこれら発光部及び受光部それぞれに対応して設けた集光部の集光点に配置し、発光部から出射された光を集光部と反射部とを經由して受光部に入射させる。その際、測定対象ガスをガスセル内に導入することにより、受光部の出力信号に応じて測定対象のガスの濃度を検出するようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2017-15567 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

発光部から放射された光を効率よく受光部へ入射させるために、集光部を用いることが一般的であるが、このような光学式の濃度測定装置では集光部、発光部及び受光部の配置に高い精度が必要とされるため、個体差やロット差が発生しやすいという問題がある。

本発明は、以上の問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、ロバスト性が強く、より高精度なガス濃度の検知に有利な受発光装置及びこれを用いた光学式濃度測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る受発光装置は、発光面を有し、赤外光を含む光を放射する発光部と、発光面から放射された光を集光する反射鏡を有する集光部と、受光面を有し、受光面が集光部による集光点に配置されたフォトダイオードと、を備え、フォトダイオードは、第1半導体基板と、第1半導体基板の一方の面に形成された複数の第1半導体積層部と、を有し、複数の第1半導体積層部の一部は互いに直列に接続されており、第1半導体基板の他方の面の少なくとも一部が受光面であり、受光面は、二乗平均平方根粗さが30nm以上であって、受光面の短辺a[μm]及び長辺b[μm]と、発光面の短辺c[μm]及び長辺d[μm]とは、 $a - c > 40$ 、且つ、 $b - d > 40$ を満たし、さらに、発光部から放射され、集光部で集光された赤外光を受光面と同一面内で入射する光集光面が、受光面内に収まることを特徴としている。

【0006】

また、本発明の一態様に係る光学式濃度測定装置は、上記態様の受発光装置と、受発光装置のフォトダイオードからの信号が入力され、発光部からフォトダイオードまでの光路中の物質の濃度を測定する濃度演算部と、を備えることを特徴としている。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、ロバスト性が強く、より高精度にガス濃度を検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】発光部の発光面及びフォトダイオードの受光面の短辺及び長辺を規定するための説明図である。

【図2】発光部が複数の発光面を有する場合の発光面の短辺及び長辺を規定するための説明図である。

【図3】発光ダイオードの一例を説明するための概略構成図である。

【図4】フォトダイオードの一例を説明するための概略構成図である。

【図5】受発光装置の一例を示す概略構成図である。

【図6】光学式濃度測定装置の一例を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明を実施するための形態について説明する。

なお、以下の実施形態は、特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0010】

< 光学式濃度測定装置 >

本発明の一実施形態に係る光学式濃度測定装置は、受発光装置と、受発光装置のフォトダイオードからの信号が入力され、発光部からフォトダイオードまでの光路中の物質の濃度を測定する濃度演算部と、を備える。

受発光装置は、発光面を有し、赤外光を含む光を放射する発光部と、発光面から放射さ

10

20

30

40

50

れた光を集光する集光部と、受光面を有し、受光面が集光部による集光点に配置されたフォトダイオードと、を備え、フォトダイオードは、第1半導体基板と、第1半導体基板の一方の面に形成された第1半導体積層部と、を有し、第1半導体基板の他方の面の少なくとも一部が前記受光面であり、受光面の短辺 a [μm] 及び長辺 b [μm] と、発光面の短辺 c [μm] 及び長辺 d [μm] とが、 $a - c > 40$ 、且つ、 $b - d > 40$ を満たす。

【0011】

ここでいう、受光面及び発光面の短辺及び長辺とは、例えば、図1(a)に示すように、フォトダイオードの受光面が長方形である場合、又は発光部の発光面が長方形である場合には、長方形の短辺を受光面の短辺 a 又は発光面の短辺 c といい、長方形の長辺を受光面の長辺 b 又は発光面の長辺 d という。 a 、 b 、 c 及び d は、一例として、 $200\mu\text{m}$ 以上 $2000\mu\text{m}$ 以下の範囲から適宜選択することができる。

10

受光面及び発光面の形状は、図1(a)に示すように、長方形である場合に限るものではなく任意の形状とすることができる。

【0012】

例えば、図1(b)に示すように、受光面が楕円形又は発光面が楕円形であってもよく、この場合には、楕円に外接する、面積が最小である長方形の短辺、つまり短径を受光面の短辺 a 又は発光面の短辺 c とし、外接する長方形の長辺、つまり長径を受光面の長辺 b 又は発光面の長辺 d とする。

また、図1(c)に示すように、受光面が平行な二辺を有する六角形又は発光面が平行な二辺を有する六角形であってもよく、この場合には、六角形に外接する長方形のうち、六角形の平行な二辺を長方形の二辺の一部に有し且つ面積が最小となる長方形の短辺を受光面の短辺 a 又は発光面の短辺 c とし、外接する長方形の長辺を受光面の長辺 b 又は発光面の長辺 d とする。

20

【0013】

また、図2(a)、図2(b)に示すように、発光部が複数の発光面を持つ場合には、複数の発光面に外接し、複数の発光面全てを内部に含む長方形のうち、面積が最小である長方形の短辺を短辺 c とし、外接する長方形の長辺を長辺 d とする。

ここで、発光部から放射された光を無駄なくフォトダイオードに入射させ、フォトダイオードの出力信号を大きくするためには、集光部は光をなるべく小さい範囲に集光する方がよい。しかし、発光部の発光面は有限の面積を持つため、集光部は、発光面の面積以下の範囲に収まるように集光することは困難である。そのため、発光部から放射され、集光部で集光された光がフォトダイオードの受光面と同一面内で入射する面(以下、光集光面と呼ぶ)の面積は、小さくても発光面と同等の面積となる。

30

【0014】

しかしながら、発光部及びフォトダイオードをプリント基板等を実装する際に製造上少なくとも $20\mu\text{m}$ 程度の位置ずれが生じてしまう。そのため、発光部又はフォトダイオードが実装ずれを起こしたとき、光集光面はフォトダイオードの受光面に対して、同一面内で上下左右に $20\mu\text{m}$ ずれてしまい、フォトダイオードの出力信号が減少してしまう。

ここで、受光面及び発光面の短辺及び長辺を表す $a \sim d$ を、 $a - c > 40$ 、 $b - d > 40$ を満足するように設定した場合、発光部又はフォトダイオードに実装の位置ずれが起こった場合でも、光集光面は受光面内に含まれる。そのため、製造上のばらつきによるフォトダイオードの出力信号の個体差やロット差を小さくすることができる。したがって、ロバスト性が強く、より高精度にガス濃度を検知することができる光学式濃度測定装置を実現することができる。

40

【0015】

なお、製造上のばらつきによるフォトダイオードの出力信号の個体差やロット差をより小さくするという観点から、フォトダイオードの受光面の短辺 a [μm]、受光面の長辺 b [μm]、発光部の発光面の短辺 c [μm]、発光面の長辺 d [μm] は、 $a - c > 80$ [μm]、且つ、 $b - d > 80$ [μm] を満たすことがより好ましい。この場合、発光部とフォトダイオードが、光集光面が最も受光面からずれる方向に同時に実装の位置ずれ

50

を起こした場合でも、光集光面を受光面内に含むことができる。

また、フォトダイオードのコストの観点から、フォトダイオードの受光面の短辺 a [μm]、受光面の長辺 b [μm]、発光部の発光面の短辺 c [μm]、発光面の長辺 d [μm] は、 $a - c < 500$ [μm]、且つ、 $b - d < 500$ [μm] を満たすことが好ましい。

【0016】

また、フォトダイオードが表面入射型で複数の半導体積層部の直列又は並列接続からなる場合は、受光面の一部に光が入射し、複数の半導体積層部で光分布が生じることによって、入射する光が少ない半導体積層部が出力する光電流に律速されて、フォトダイオードの出力信号が下がってしまうことがある。本発明の一実施形態では、フォトダイオードとして、裏面入射型のフォトダイオードを用いる。そのため、同一の基板上に複数の半導体積層部が形成されてなるフォトダイオードにおいて、フォトダイオードの基板側から入射された光は、基板内で拡散し、その結果、複数の半導体積層部にある程度均一に光が入射させることができる。しかしながら、フォトダイオードの受光面と発光部の発光面の大きさに著しい差がある場合はやはりフォトダイオードの出力信号が下がってしまう。そのため、フォトダイオードの受光面の短辺 a [μm]、受光面の長辺 b [μm]、発光部の発光面の短辺 c [μm]、発光面の長辺 d [μm] は、 $a - c < 500$ [μm]、且つ、 $b - d < 500$ [μm] を満たすことが好ましい。また、フォトダイオードのコストの観点からもこれを満たすことが好ましい。

【0017】

以下、光学式濃度測定装置を構成する各構成要件について、具体例を挙げて説明する。

<集光部>

本発明の一実施形態に係る光学式濃度測定装置において、集光部は発光部から放射された光を、集光点がフォトダイオードの受光面と重なる位置となるように集光する。集光部は具体的には反射鏡を含む。

ここで集光点とは発光部と集光部との相対位置関係及び反射鏡の形状から一意に決まる位置である。

【0018】

また集光部は反射鏡を複数有していてもよい。これにより光路長の長い光学式濃度測定装置が実現され、ガス濃度検知の精度を向上させることができる。

反射鏡は、金属材料で形成されていてもよいし、樹脂製の基材で特定の形状を形成した後、光を反射する部分にアルミニウム、金、銀を含む合金、又はこれらの積層体等が蒸着又はめっきされることで形成されてもよい。

集光点を持つ反射鏡の種類としては、球面鏡、楕円鏡、放物面鏡等が挙げられる。球面鏡又は放物面鏡を用いて光を平行光に変換する場合は、光路長を長くするために、二つの球面鏡又は放物面鏡の間にさらに平面鏡を含んでいてもよい。

【0019】

<発光部>

本発明の一実施形態に係る光学式濃度測定装置において、発光部は発光面を有する。発光部は、発光面から照射した光が、集光部により集光され、その集光点がフォトダイオードの受光面と重なる位置に設置される。

発光部は、測定対象ガスによって吸収される波長を含む光を出力するものであれば特に制限されない。具体的な例としては、MEMS (microelectromechanical systems) 光源や発光ダイオードが挙げられる。その中でも、測定対象ガス以外の成分の光吸収によるノイズを低減する観点から、測定対象ガスの吸収が大きい波長帯の光のみを出力するものが好ましい。

【0020】

具体的には、発光波長帯をアクティブ層のバンドギャップでコントロールできるという観点から、発光部は、発光ダイオード構造が望ましい場合がある。発光ダイオードは半導体基板上に形成されていてもよく、また、発光強度を増強させるために配線により直列又

10

20

30

40

50

は並列接続されていることも好ましい。さらに、発光ダイオードから放射され、半導体基板の裏面で反射した光が入射する位置に発光量を監視するためのセンサ部が設けられていてもよい。

また発光部は、第2半導体基板と、第2半導体基板の一方の面上に形成された第2半導体積層部と、を有し、第2半導体基板の他方の面の少なくとも一部が発光面である発光ダイオードであってもよい。

【0021】

また、発光部が発光ダイオードを含んで構成される場合には、図3に示すように、発光ダイオード1は、第2半導体積層部2とは電氣的に絶縁された第3半導体積層部3をさらに有する。第3半導体積層部3の配置位置は、第2半導体積層部2が形成された第2半導体基板4の一方の面上であって、第2半導体積層部2から出力された光のうち、第2半導体基板4の他方の面で反射した光が入射する位置に設定されていることが好ましい。この場合、第3半導体積層部3から出力される光電流を、発光部からの光出力の劣化による経時変化や動作時の温度による出力変動の補償に用いることができる。第2半導体積層部2と第3半導体積層部3とは、第2半導体基板4の他方の面の少なくとも一部を除いて封止することによって封止部5により一体に封止される。第2半導体基板4の他方の面の封止部5により覆われていない部分が発光面1aとなる。なお、図3において、(a)は発光ダイオード1の底面図、(b)は発光ダイオード1の断面図である。

10

【0022】

発光部は、測定対象ガスに併せて所望の光学特性を有する光学フィルタをさらに備えていてもよい。例えば、測定対象ガスが炭酸ガスの場合、発光部には炭酸ガスによる赤外線吸収が多く生じる波長帯(代表的には4.3 μ m付近)の赤外線を濾波できるバンドパスフィルタを搭載する形態が例示される。

20

【0023】

<発光面>

本発明の一実施形態に係る光学式濃度測定装置において、発光面は発光部の光出射面である。

発光部が発光ダイオードで形成され、発光ダイオードが基板上に半導体積層部が形成された構成を有し、基板側から光を出射する裏面出射型の場合、発光面は光が出射される基板露出面のことを指す。ここで基板露出面の表面には反射防止膜や光学フィルタが形成されていてもよい。発光ダイオードが基板上に形成した半導体積層部側から光を出射する表面出射型の場合、発光面は光を出射するアクティブ層のことを指す。

30

また、発光部がMEMSヒーターを含んで構成される場合、発光面は加熱されることで光を放射する部材のことを指す。

【0024】

<フォトダイオード>

本発明の一実施形態に係る光学式濃度測定装置において、フォトダイオードの受光面が集光部の集光点と重なる位置に設置される。

フォトダイオードは、第1半導体基板と、第1半導体基板の一方の面上に形成された一又は複数の第1半導体積層部と、を有し、第1半導体基板の他方の面の少なくとも一部が発光面を形成している。

40

フォトダイオードは測定対象ガスによって吸収される波長を含む光の帯域に感度を有する。フォトダイオードの形状は十分なS/N比が得られるものであれば特に制限されない。

【0025】

半導体積層部は半導体基板上に形成されている。半導体積層部は、複数個直列接続されていてもよいし、複数個並列接続されていてもよい。フォトダイオードは半導体基板側から光を入射する裏面入射型であるため、受光面の一部に光が入射した場合でも、光は半導体基板内で拡散し、複数の半導体積層部にある程度均一に光が入射する。

フォトダイオードに含まれる半導体基板の裏面の二乗平均平方根粗さは30nm以上である(以下、「粗面化されている」と表記する)ことがより好ましい。この場合には、粗

50

面化されていない場合に比べて複数の半導体積層部に、より均一に光が入射する。なお、二乗平均平方根粗さ（ R_q ）は、例えば、接触式段差計や原子間力顕微鏡（AFM）等を用い、対応する面に対して、数 μm から数 mm の範囲のラインスキャン、或いは2次元スキャンを行って測定された高さから算出される。

【0026】

フォトダイオードは、測定対象ガスに併せて所望の光学特性を有する光学フィルタをさらに備えていてもよい。例えば、測定対象ガスが炭酸ガスの場合、フォトダイオードには炭酸ガスによる赤外線吸収が多く生じる波長帯（代表的には $4.3\mu\text{m}$ 付近）の赤外線を濾波できるバンドパスフィルタを搭載する形態が例示される。

また、フォトダイオードは受光面となる半導体基板裏面の少なくとも一部を露出した状態で半導体積層部を封止する封止部をさらに備えていてもよい。封止部の材料としては、例えば、樹脂モールド材料等を用いることができる。

10

【0027】

図4は、フォトダイオードの一例を示す概略構成図である。フォトダイオード10は、第1半導体基板11と、第1半導体基板11の一方の面上に形成された一又は複数の第1半導体積層部12と、を有する。第1半導体基板11の他方の面の少なくとも一部を除いて、第1半導体基板11と第1半導体積層部12とは封止部13によって一体に封止され、第1半導体基板11の他方の面の、封止されていない領域が受光面10aを形成している。なお、図4は、一つの第1半導体積層部12を備える場合を示す。図4において（a）はフォトダイオード10の底面図、（b）はフォトダイオード10の断面図を示す。

20

【0028】

<受光面>

本発明の一実施形態に係る光学式濃度測定装置において、受光面は半導体基板が露出した、フォトダイオードの光入射面である。受光面は前述のように粗面化されていてもよい。粗面化させる手法としては、研削やエッチングによるパターン形成などが挙げられる。また、受光面の表面には、反射防止膜や光学フィルタが直接形成されていてもよい。フォトダイオードに前述のバンドパスフィルタが搭載されている場合であっても、受光面は光が入射できる半導体基板裏面の露出部を指す。

【0029】

<筐体>

本発明の一実施形態に係る光学式濃度測定装置は、発光部及びフォトダイオードが実装された基板と集光部とを含む受発光装置を収納する筐体をさらに備えていてもよい。基板及び/又は集光部は、筐体に、樹脂製の接着剤で固定されている。本発明によれば、樹脂製の接着剤が外部環境因によって伸長収縮を起し、集光部の位置ずれが発生した場合にも、ロバスト性が強く、高精度にガス濃度を検知することができる。これによって安価な樹脂製の接着剤を用いることが可能となる。

30

【0030】

<具体例>

次に、本発明の一実施形態に係る受発光装置20の一例を、図5を参照して説明する。なお、図5は模式的なものであり、各層の厚さは現実のものとは異なり、各層の厚さの比率も現実のものとは異なる場合がある。具体的な厚さと寸法は、本発明の一実施形態の説明を参酌して判断すべきものである。

40

図5は、本発明の一実施形態に係る受発光装置20の一例を示す断面図である。

本発明の一実施形態に係る受発光装置20は、発光面21aを有し、赤外光を含む光を放射する発光部21と、受光面22aを有し、発光部21から放射された光の少なくとも一部を受光するフォトダイオード22と、集光部23とを備える。

【0031】

そして、発光部21及びフォトダイオード22と、集光部23との間に測定対象ガスを導入し、このときのフォトダイオード22の出力信号に基づき、演算装置からなる図示しない濃度演算部により測定対象ガスの濃度を演算するようになっている。

50

発光部 2 1 とフォトダイオード 2 2 と集光部 2 3 とは、発光部 2 1 の発光面 2 1 a から放射された光を、集光部 2 3 がフォトダイオード 2 2 の受光面 2 2 a に集光する位置に配置される。

発光部 2 1 とフォトダイオード 2 2 とは同一基板 2 4 上に配置されている。基板 2 4 は、ベース基板としても機能する回路基板であり、たとえばプリント基板を用いることができる。なお、発光部 2 1 とフォトダイオード 2 2 は同じ基板 2 4 上に実装されている場合に限るものではなく、別々の基板に実装されていてもよい。

【 0 0 3 2 】

ここで、発光部 2 1 とフォトダイオード 2 2 とは、受光面 2 2 a の短辺 a [μm]、受光面 2 2 a の長辺 b [μm]、発光面 2 1 a の短辺 c [μm] 及び発光面 2 1 a の長辺 d [μm] が、 $a - c > 40$ 、且つ、 $b - d > 40$ を満たしている。

10

そのため、発光部 2 1 とフォトダイオード 2 2 の実装の位置ずれが生じた場合であっても、集光部 2 3 が集光した光のほとんどをフォトダイオード 2 2 の受光面で受けることができる。特に、 $a - c > 80$ 、且つ、 $b - d > 80$ を満たすように配置することにより、発光部 2 1 とフォトダイオード 2 2 の実装の位置ずれが最も大きくなるときでも、集光部 2 3 が集光した光をフォトダイオード 2 2 の受光面で受けることができる。また、フォトダイオード 2 2 のコストの観点から、 $a - c < 500$ 、且つ、 $b - d < 500$ を満たすように配置すると効果的である。

【 0 0 3 3 】

また、フォトダイオード 2 2 として、裏面入射型のフォトダイオードを用いている。そのため、フォトダイオード 2 2 の入射された光はフォトダイオード 2 2 に含まれる基板内で拡散するため、フォトダイオード 2 2 が複数の半導体積層部を備えている場合であっても、複数の半導体積層部にある程度均一に光が入射する。その結果、フォトダイオード 2 2 の出力信号を減少させることなく、受光面を発光面より大きくすることができる。また、受光面 2 2 a を粗面化しているため、粗面化していない場合に比較して、光を基板内でより拡散させることができる。

20

【 0 0 3 4 】

図 6 は、本発明の一実施形態に係る光学式濃度測定装置 4 0 の一例を示す概略構成図である。

光学式濃度測定装置 4 0 は、受発光装置 2 0 a と、受発光装置 2 0 a を収容する筐体 3 0 と、を備える。

30

受発光装置 2 0 a は、図 6 に示すように、発光部 2 1 及びフォトダイオード 2 2 が実装された基板 2 4 と、集光部 2 3 と、発光部 2 1 及びフォトダイオード 2 2 用の集光部 2 5 と、を備える。集光部 2 5 は、発光部 2 1 から入射した光を集光する集光部 2 5 a と集光部 2 3 で反射された光を集光する集光部 2 5 b とを備える。集光部 2 5 を備えることによって、光学式濃度測定装置 4 0 では、発光部 2 1 から放射されたより多くの光を集光部 2 3 に入射し、集光部 2 3 で反射されたより多くの光をフォトダイオード 2 2 に入射するようになっている。

【 0 0 3 5 】

そして、筐体 3 0 に設けられた図示しないガス導入口から測定対象ガスを筐体 3 0 内に導入し、発光部 2 1 及びフォトダイオード 2 2 と集光部 2 3 との間を通過させて図示しないガス排出口から測定対象ガスを筐体 3 0 外に排出させ、このときのフォトダイオード 2 2 の出力信号に基づき、濃度演算部 (図示せず) により測定対象ガスの濃度を演算する。

40

受発光装置 2 0 a は、例えば、基板 2 4 を筐体 3 0 の底面に樹脂製の接着剤で固定し、集光部 2 3 及び 2 5 を、筐体 3 0 の上面及び側面に樹脂製の接着剤で固定することで、筐体 3 0 に固定される。

【 0 0 3 6 】

ここで、このように、樹脂製の接着剤を用いて、受発光装置 2 0 a を筐体 3 0 に固定した場合、接着剤が外部環境因によって伸長収縮を起こすと、集光部 2 3 が発光部 2 1 及びフォトダイオード 2 2 に対して位置ずれしてしまう可能性がある。このように位置ずれが

50

生じた場合、測定対象ガスのガス濃度が変化していかないにもかかわらず、フォトダイオード 2 2 の出力信号が変化してしまい、十分な精度でガス濃度が検知できない場合がある。

本発明の一実施形態では、集光部 2 3 が集光した光のほとんどをフォトダイオード 2 2 の受光面 2 2 a で受けることができるため、接着剤の影響による、フォトダイオード 2 2 の出力信号の変化を抑制することができる。

【 0 0 3 7 】

なお、上記実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、本発明の技術的思想は、構成部品の材質、形状、構造、配置等を特定するものでない。本発明の技術的思想は、特許請求の範囲に記載された請求項が規定する技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

10

【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

- 1 発光ダイオード
- 1 a 発光面
- 2、3 半導体積層部
- 4 半導体基板
- 5 封止部
- 1 0 フォトダイオード
- 1 0 a 受光面
- 1 1 半導体基板
- 1 2 半導体積層部
- 1 3 封止部
- 2 0、2 0 a 受発光装置
- 2 1 発光部
- 2 1 a 発光面
- 2 2 フォトダイオード
- 2 2 a 受光面
- 2 3 集光部
- 2 4 基板
- 4 0 光学式濃度測定装置

20

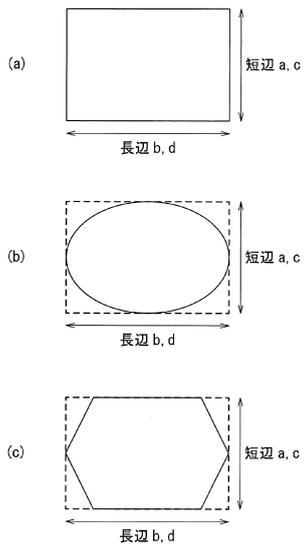
30

40

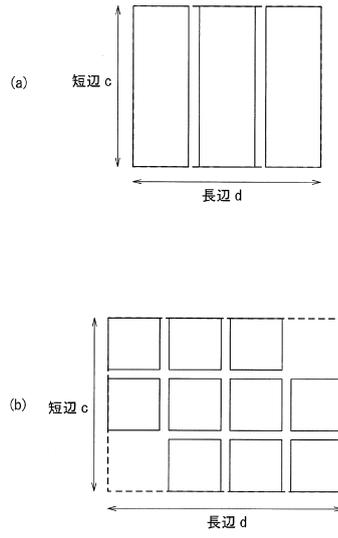
50

【 図面 】

【 図 1 】



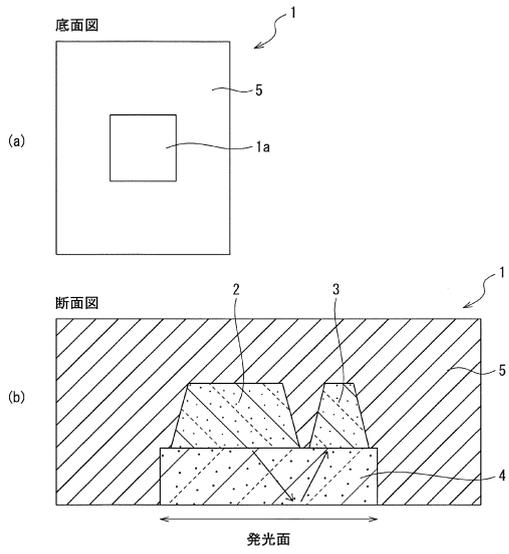
【 図 2 】



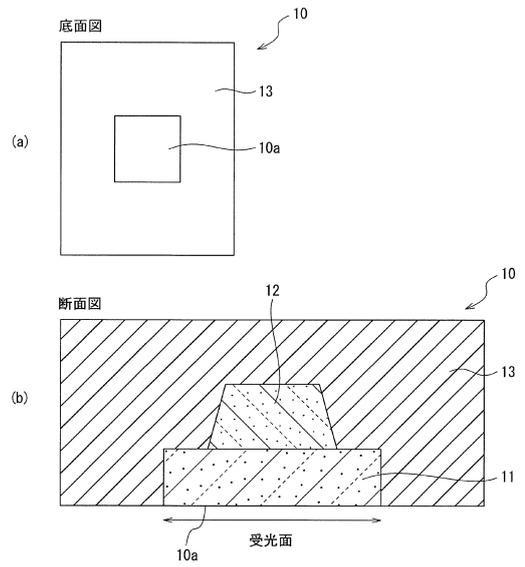
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

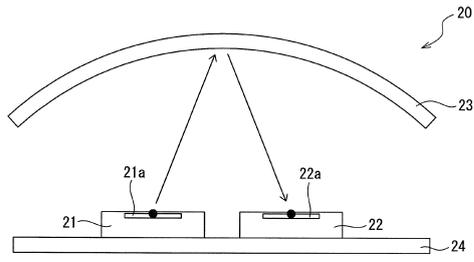


30

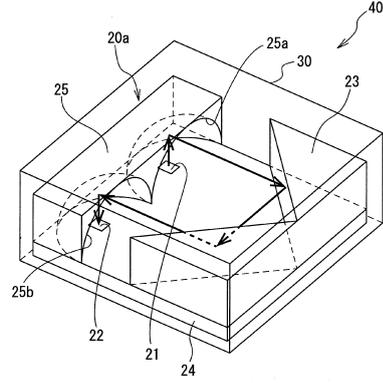
40

50

【図5】



【図6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-068697(JP,A)
特開2009-099950(JP,A)
特開平06-058793(JP,A)
特開2017-015567(JP,A)
特開2008-066583(JP,A)
国際公開第2015/045411(WO,A1)
米国特許出願公開第2013/0015356(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01N 21/00 - 21/61
G01J 1/00 - 1/60