

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7656063号
(P7656063)

(45)発行日 令和7年4月2日(2025.4.2)

(24)登録日 令和7年3月25日(2025.3.25)

(51)国際特許分類

F I

H 1 0 F 55/00 (2025.01)

H 1 0 F 55/00 5 1 0

H 1 0 F 77/50 (2025.01)

H 1 0 F 77/50

請求項の数 3 (全12頁)

(21)出願番号	特願2023-554175(P2023-554175)	(73)特許権者	000108410
(86)(22)出願日	令和3年10月21日(2021.10.21)		デクセリアルズ株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/038923		栃木県下野市下坪山1 7 2 4
(87)国際公開番号	WO2023/067757	(74)代理人	100089004
(87)国際公開日	令和5年4月27日(2023.4.27)		弁理士 岡村 俊雄
審査請求日	令和5年11月24日(2023.11.24)	(72)発明者	舘小路 章弘
			京都府京都市伏見区西大手町3 0 7 番地
			2 1 株式会社京都セミコンダクター内
		(72)発明者	大村 悦司
			京都府京都市伏見区西大手町3 0 7 番地
			2 1 株式会社京都セミコンダクター内
		審査官	原 俊文

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 反射型光センサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光素子と受光素子を備え、前記発光素子の光が被検知物で反射された反射光を前記受光素子が検知することによって前記被検知物を検知する反射型光センサにおいて、

楕円を長軸回りに回転させた回転楕円面の部分凹面を夫々反射面とする第1凹面鏡と第2凹面鏡が一体的に形成された開放箱状のケースを有し、

前記第1凹面鏡と前記第2凹面鏡は、前記第1凹面鏡の一方の焦点を前記第2凹面鏡の一方の焦点と一致させて共通焦点とし、且つ前記第1凹面鏡の他方の焦点である第1焦点と前記第2凹面鏡の他方の焦点である第2焦点とが重ならず同一直線上で前記共通焦点を挟む位置となるように前記ケースの開放側に向けて開放状に形成され、

前記発光素子が前記第1焦点の位置から前記第1凹面鏡に向けて光を照射し、

前記第1凹面鏡が反射した光を前記共通焦点又は前記共通焦点の近傍の前記被検知物に照射して反射された前記反射光を前記第2凹面鏡が反射し、

前記第2凹面鏡が反射した前記反射光を前記受光素子が前記第2焦点の位置で検知するように構成されたことを特徴とする反射型光センサ。

【請求項2】

前記ケース内に前記発光素子及び前記受光素子が収容され、前記発光素子の光が透過する封止樹脂が前記ケース内に充填されたことを特徴とする請求項1に記載の反射型光センサ。

【請求項3】

前記第1凹面鏡と前記第2凹面鏡の間に、前記発光素子の光が前記第2凹面鏡に直接入射

することを防止する遮光壁を有することを特徴とする請求項 1 に記載の反射型光センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光を照射して被検知物で反射された光を検知することにより被検知物を検知する反射型光センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、光を照射して近接する被検知物で反射された反射光を検知することにより、被検知物を検知する反射型光センサが広く利用されている。反射型光センサは、被検知物を非接触で検知することが可能なので、例えば回転角の検知、物体端部の検知のような用途において一般的に利用されている。

【0003】

反射型光センサは、例えば特許文献 1 のように、発光素子と受光素子と、これらの間に配設された遮光壁を有し、発光素子が照射した光が被検知物で反射し、この反射光を受光素子で受光するように構成されている。そして、受光素子の出力が反射光の有無、反射光の強度によって変動することを、被検知物の検知に利用している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2001-308372 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 の反射型光センサでは、発光素子が近接する被検知物に拡散光を照射する。それ故、発光素子が発した光の大部分は被検知物に照射されるが、被検知物が高い反射率を備えていても、被検知物で反射された光のうち受光素子に入射する光は僅かである。例えば、発光素子が発した光に対する受光素子に入射する光の割合を結合効率としたときに、特許文献 1 の反射型光センサにおける光線追跡シミュレーションの結果では、結合効率は 3 % 程度であり、結合効率の向上が望まれている。

【0006】

本発明の目的は、結合効率を向上させることができる反射型光センサを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項 1 の発明の反射型光センサは、発光素子と受光素子を備え、前記発光素子の光が被検知物で反射された反射光を前記受光素子が検知することによって前記被検知物を検知する反射型光センサにおいて、楕円を長軸回りに回転させた回転楕円面の部分凹面を夫々反射面とする第 1 凹面鏡と第 2 凹面鏡が一体的に形成された開放箱状のケースを有し、前記第 1 凹面鏡と前記第 2 凹面鏡は、前記第 1 凹面鏡の一方の焦点を前記第 2 凹面鏡の一方の焦点と一致させて共通焦点とし、且つ前記第 1 凹面鏡の他方の焦点である第 1 焦点と前記第 2 凹面鏡の他方の焦点である第 2 焦点とが重ならずに同一直線上で前記共通焦点を挟む位置となるように前記ケースの開放側に向けて開放状に形成され、前記発光素子が前記第 1 焦点の位置から前記第 1 凹面鏡に向けて光を照射し、前記第 1 凹面鏡が反射した光を前記共通焦点又は前記共通焦点の近傍の前記被検知物に照射して反射された前記反射光を前記第 2 凹面鏡が反射し、前記第 2 凹面鏡が反射した前記反射光を前記受光素子が前記第 2 焦点の位置で検知するように構成されたことを特徴としている。

【0008】

上記構成によれば、反射型光センサは、回転楕円面の部分凹面を夫々反射面とする第 1、第 2 凹面鏡が一体的に形成されたケースを有する。第 1、第 2 凹面鏡は、各々の一方の

10

20

30

40

50

焦点を共通焦点とし、且つ各々の他方の焦点が重ならずに同一直線上で前記共通焦点を挟む位置となるように形成されている。そして、第1凹面鏡の共通焦点ではない第1焦点の位置の発光素子が、第1凹面鏡に向けて光を照射し、第1凹面鏡で反射された光が共通焦点又はその近傍に位置する被検知物に照射される。被検知物で反射された光は、第2凹面鏡で反射され、第2凹面鏡の共通焦点ではない第2焦点の位置の受光素子に入射する。第1焦点の位置から発せられた光は、第1凹面鏡によって共通焦点に集光されるので、発光素子の光の大部分が被検知物に照射され、被検知物で第2凹面鏡に向けて反射される。この反射光は共通焦点またはその近傍で反射されたので、反射光の大部分が第2凹面鏡で反射されて第2凹面鏡の第2焦点に集光され、第2焦点の位置の受光素子に入射する。従って、発光素子から照射された拡散光を集光して被検知物に照射し、その反射光を集光して受光素子が検知することができるので、発光素子が発した光に対する受光素子に入射する光の割合を結合効率としたときに、結合効率を向上させることができる。その上、第1焦点と第2焦点が共通焦点を挟んで同一直線上にあるので、発光素子と受光素子を配設したときに、発光素子と受光素子の間に被検知物の検知位置が設定され、検知位置に被検知物を容易に合わせることができる。

10

【0011】

請求項2の発明の反射型光センサは、請求項1の発明において、前記ケース内に前記発光素子及び前記受光素子が収容され、前記発光素子の光が透過する封止樹脂が前記ケース内に充填されたことを特徴としている。

上記構成によれば、封止樹脂によって発光素子と受光素子と第1、第2凹面鏡の反射面を保護して、被検知物との衝突による反射型光センサの破損を防止することができる。

20

【0012】

請求項3の発明の反射型光センサは、請求項1の発明において、前記第1凹面鏡と前記第2凹面鏡の間に、前記発光素子の光が前記第2凹面鏡に直接入射することを防止する遮光壁を有することを特徴としている。

上記構成によれば、発光素子の光が被検知物で反射されずに受光素子に入射することを防いで、被検知物の誤検知を防止することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明の反射型光センサによれば、結合効率を向上させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施例1に係る反射型光センサの平面図である。

【図2】図1のII-II線断面図である。

【図3】楕円の説明図である。

【図4】反射型光センサの組み立て説明図である。

【図5】実施例1に係る反射型光センサにおける光線追跡シミュレーション結果の例である。

【図6】実施例1に係る反射型光センサにおける被検知物までの距離 h と結合効率の関係を示す図である。

40

【図7】本発明の実施例2に係る反射型光センサの図2に相当する断面図である。

【図8】実施例2に係る反射型光センサにおける光線追跡シミュレーション結果の例である。

【図9】実施例2に係る反射型光センサにおける被検知物までの距離 h と結合効率の関係を示す図である。

【図10】実施例2に係る反射型光センサにおける被検知物までの距離 h と、第1、第2凹面鏡の長軸の傾き角と、得られる結合効率の最大値の関係を等高線状に示す図である。

【図11】実施例1に係る反射型光センサの変形例を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

50

以下、本発明を実施するための形態について実施例に基づいて説明する。

【実施例 1】

【0016】

図 1、図 2 に示すように、反射型光センサ 1 A は、直方体の上面が開放された開放箱状のケース 2 と、発光素子 3 と受光素子 4 を有する。尚、ケース 2 の開放側を反射型光センサ 1 A の上方として説明するが、用途等に応じて様々な姿勢で反射型光センサ 1 A を使用することができる。

【0017】

ケース 2 の内側底部には、第 1 凹面鏡 5 と第 2 凹面鏡 6 が、ケース 2 の開放側に反射面が臨む開放状に一体的に形成されている。第 1 凹面鏡 5 は、楕円 E 1 を長軸回りに回転させた回転楕円面の部分凹面を反射面として形成されている。第 2 凹面鏡 6 は、楕円 E 2 を長軸回りに回転させた回転楕円面の部分凹面を反射面として形成されている。

【0018】

楕円 E 1 と楕円 E 2 は、図 3 のように $x y$ 平面上で $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ で表される楕円 E において、例えば $a = 4 \text{ mm}$ 、 $b = 3.5 \text{ mm}$ とした同じサイズの楕円であるが、異なるサイズの楕円でもよい。尚、 $a > b$ の場合に、 $c = (a^2 - b^2)^{1/2}$ として、 $(x, y) = (c, 0)$ 、 $(-c, 0)$ の位置が楕円 E の 2 つの焦点である。

【0019】

図 1、図 2 のように、第 1 凹面鏡 5 を形成する楕円 E 1 の一方の焦点を、第 2 凹面鏡 6 を形成する楕円 E 2 の一方の焦点と一致させて共通焦点 F 0 としている。そして、楕円 E 1 の他方の焦点を第 1 焦点 F 1 とし、楕円 E 2 の他方の焦点を第 2 焦点 F 2 としたときに、第 1 焦点 F 1 と第 2 焦点 F 2 が重ならないように第 1 凹面鏡 5 と第 2 凹面鏡 6 が形成されている。このとき、第 1 凹面鏡 5 と第 2 凹面鏡 6 は、共通焦点 F 0 を含み且つ第 1 焦点 F 1 と第 2 焦点 F 2 の間を通る平面が境界となるように形成される。ここでは、第 1 焦点 F 1 と第 2 焦点 F 2 が、共通焦点 F 0 を挟んで同一直線上（直線 L 上）に位置するように第 1 凹面鏡 5 と第 2 凹面鏡 6 が配置され、第 1 凹面鏡 5 と第 2 凹面鏡 6 の境界は直線 L に直交する。

【0020】

ケース 2 は、例えば樹脂成型によって直方体の上面が開放された箱状に形成されると共に、内側底部に第 1、第 2 凹面鏡 5、6 に対応する楕円 E 1、E 2 の各回転楕円面の部分凹面が形成される。そして、例えば金、チタンのような金属を含む反射膜 5 a、6 a が、少なくともこれら部分凹面に形成されて、第 1、第 2 凹面鏡 5、6 がケース 2 に一体的に形成されている。第 1 凹面鏡 5 と第 2 凹面鏡 6 の間の境界部分には、ケース 2 の内側底部から開放側に向かって延びる遮光壁 7 が、第 1 凹面鏡 5 と第 2 凹面鏡 6 を区画するように形成されている。

【0021】

ケース 2 の開放側端部には、1 対の第 1 リードフレーム 8 a、8 b 及び 1 対の第 2 リードフレーム 9 a、9 b の位置決めのために、ケース 2 の開放側端面 2 e から底部側に凹入させた凹部 2 a ~ 2 d が形成されている。凹部 2 a に載置されて固定される第 1 リードフレーム 8 a の先端部の片面には、発光素子 3 が固定されている。第 1 リードフレーム 8 a は、発光素子 3 の光が出射される発光面が第 1 凹面鏡 5 に臨むように、且つ発光素子 3 が第 1 焦点 F 1 の位置に配置されるように凹部 2 a に固定される。このとき発光素子 3 は、ケース 2 内に收容される。尚、凹部 2 a ~ 2 d が形成されず、他の方法で位置決めされてもよい。

【0022】

凹部 2 c に載置されて固定される第 2 リードフレーム 9 a の先端部の片面には、受光素子 4 が固定されている。第 2 リードフレーム 9 a は、光を入射させる受光素子 4 の受光面が第 2 凹面鏡 6 に臨むように、且つ受光素子 4 が第 2 焦点 F 2 の位置又は第 2 焦点 F 2 の近傍に配置されるように凹部 2 c に固定される。このとき受光素子 4 は、ケース 2 内に收容される。

【0023】

図2のように、発光素子3、受光素子4が收容されたケース2内には封止樹脂10が充填され、発光素子3、受光素子4が封止樹脂10に覆われている。第1リードフレーム8a、8b、第2リードフレーム9a、9bも封止樹脂10に覆われていてもよい。封止樹脂10は、発光素子3の光が透過する透光性を備え、例えば可視光又は赤外光が透過するエポキシ系の合成樹脂である。封止樹脂10により、発光素子3、受光素子4、第1、第2凹面鏡5、6の反射面が保護され、発光素子3と受光素子4の揺動が規制される。尚、発光素子3と受光素子4に外部から振動が伝わらない場合には封止樹脂10を省略してもよい。

【0024】

封止樹脂10の表面10aは、第1リードフレーム8a、8b、第2リードフレーム9a、9bの部分を除いて、ケース2の開放側端面2eと一致するように平坦に形成されている。この封止樹脂10の表面10aは、第1焦点F1と第2焦点F2と共通焦点F0を含む平面と一致させている、又はこの平面に平行な共通焦点F0の近傍の平面である。そして、共通焦点F0の位置又は共通焦点F0の近傍（上方）が被検知物の検知位置になる。

【0025】

第1リードフレーム8a、8b、第2リードフレーム9a、9bは、夫々例えばコバール（鉄、ニッケル、コバルトを含む合金）製の細長い部材なので、個別にケース2に取り付けることは容易ではない。そこで図4に示すように、矩形の枠11と一体的に形成した第1リードフレーム8a、8bと第2リードフレーム9a、9bに、発光素子3と受光素子4を固定し、例えばボンディングワイヤによって電氣的に接続する。そして、第1リードフレーム8a、8bと第2リードフレーム9a、9bを対応する凹部2a～2dに枠11と共に同時に載置する。そして、封止樹脂10で封止後に、第1リードフレーム8a、8bと第2リードフレーム9a、9bの基端部を例えば破線で示すように切断することにより、枠11を切り離して除去する。

【0026】

第1リードフレーム8a、8b、第2リードフレーム9a、9bを有する枠11が平面的に連なるように、枠11をテープ状又はシート状に形成することもできる。この場合、発光素子3と受光素子4の固定、電氣的な接続が容易になり、例えば所定の間隔で並べられた複数のケース2に対して連続的に又は同時に取り付けることができるので、製造効率が向上する。

【0027】

図5に示すように、楕円の性質により、第1焦点F1の位置の発光素子3から照射された光i1の一部は、第1凹面鏡5で反射されて、光i2のように共通焦点F0の位置に集光される。遮光壁7は、発光素子3から照射される光が第2凹面鏡6に直接入射することを防ぐ。尚、発光素子3は、照射角が150°の発光ダイオードである。

【0028】

共通焦点F0の位置又は共通焦点F0の近傍に被検知物OBがある場合には、光i2が被検知物OBで反射された反射光i3が第2凹面鏡6で反射され、反射光i4のように第2焦点F2に集光される。そして、反射光i4が第2焦点F2の位置の受光素子4に入射して、光電流が出力される。一方、被検知物OBがない場合には、発光素子3の光が第1凹面鏡5で反射された光i2は、第2凹面鏡6に入射せずに外部に出てしまうので、受光素子4に入射しない。そのため、発光素子3の光が被検知物OBで反射された反射光i3を第2凹面鏡6が反射し、この第2凹面鏡6が反射した反射光i4を受光素子4が検知することによって被検知物OBを検知することができる。

【0029】

発光素子3が照射する光のうち、受光素子4に入射する光の割合を結合効率としたときに、結合効率が高いほど光電流の出力が大きくなる。それ故、例えば迷光の影響による被検知物OBの誤検知を容易に防止でき、例えば発光素子3の光量を低下させて低消費電力化することも可能なので、高い結合効率の実現が望まれている。ここで、図5のような光

10

20

30

40

50

線追跡シミュレーションに基づいて、共通焦点 F_0 と被検知物 OB の距離 h をパラメータにして、被検知物 OB が共通焦点 F_0 から離隔した場合の結合効率 (Coupling Efficiency) を図 6 に示す。

【0030】

被検知物 OB が共通焦点 F_0 にある距離 $h = 0 \text{ mm}$ の場合には、結合効率が 60 % を超えている。距離 h を大きくしていくと結合効率が低下する傾向があるが、距離 $h = 2 \text{ mm}$ においても結合効率は 10 % 程度になっている。反射型光センサ 1A と被検知物 OB の接触による反射型光センサ 1A の破損、被検知物 OB の破損を防止するために、ある程度の距離 h を確保した場合でも、高い結合効率を確保することができる。また、共通焦点 F_0 が封止樹脂 10 内に位置する場合でも、高い結合効率を得ることができる。

10

【実施例 2】

【0031】

上記実施例 1 の反射型光センサ 1A を部分的に変更した反射型光センサ 1B について説明する。上記実施例 1 と同等の部分には上記実施例 1 と同じ符号を付して説明を省略する。

【0032】

図 7 に示すように、反射型光センサ 1B は、直方体の上面が開放された箱状のケース 2 と、発光素子 3 と受光素子 4 を有する。ケース 2 の内側底部には、第 1 凹面鏡 15 と第 2 凹面鏡 16 が、ケース 2 の開放側に反射面が臨むように一体的に形成されている。反射型光センサ 1A と同様に、第 1 凹面鏡 15 を形成する楕円 E_1 の一方の焦点は、第 2 凹面鏡 16 を形成する楕円 E_2 の一方の焦点と一致させて、共通焦点 F_0 としている。

20

【0033】

そして、楕円 E_1 の他方の焦点を第 1 焦点 F_1 とし、楕円 E_2 の他方の焦点を第 2 焦点 F_2 としたときに、第 1 焦点 F_1 と第 2 焦点 F_2 が重ならないように、第 1 凹面鏡 15 と第 2 凹面鏡 16 が配置されている。このとき、第 1 凹面鏡 15 と第 2 凹面鏡 16 は、共通焦点 F_0 を含み且つ第 1 焦点 F_1 と第 2 焦点 F_2 の間を通る平面が境界となるように形成される。

【0034】

ここで、反射型光センサ 1A に対して、反射型光センサ 1B では、共通焦点 F_0 を中心に楕円 E_1 、 E_2 の長軸を夫々角度 θ だけ回転させることにより、楕円 E_1 、 E_2 の長軸が夫々傾斜した状態にしている。これにより、第 1 焦点 F_1 と第 2 焦点 F_2 が共通焦点 F_0 よりも下方 (ケース 2 の底部側) に位置する。角度 θ だけ傾斜した楕円 E_1 の長軸は、第 1 焦点 F_1 と共通焦点 F_0 を通る直線 L_1 である。角度 θ だけ傾斜した楕円 E_2 の長軸は、第 2 焦点 F_2 と共通焦点 F_0 を通る直線 L_2 である。長軸が夫々傾斜しているので、楕円 E_1 と楕円 E_2 は夫々傾斜した姿勢になっている。

30

【0035】

楕円 E_1 を、その傾斜した長軸 (直線 L_1) 回りに回転させた回転楕円面の部分凹面に反射面となる反射膜 5a が形成され、第 1 凹面鏡 15 が形成されている。同様に、楕円 E_2 を、その傾いた長軸 (直線 L_2) 回りに回転させた回転楕円面の部分凹面に反射面となる反射膜 6a が形成され、第 2 凹面鏡 16 が形成されている。ここでは、第 1 焦点 F_1 と第 2 焦点 F_2 と共通焦点 F_0 は 1 つの平面 (図 7 に示す断面) に含まれており、長軸の傾斜の角度 θ は例えば 10° であり、角度 2θ を 2 つの楕円 E_1 、 E_2 の長軸の所定の交差角としている。

40

【0036】

第 1 凹面鏡 15 と第 2 凹面鏡 16 の間の境界部分には、ケース 2 の底部から開放側に向かって伸びる遮光壁 7 が、第 1 凹面鏡 15 と第 2 凹面鏡 16 を区画するように形成されている。

【0037】

ケース 2 の開放側端部に形成された凹部 2a ~ 2d のうち、凹部 2a に固定される第 1 リードフレーム 8a の先端部の片面には、発光素子 3 が固定されている。第 1 リードフレーム 8a は、発光素子 3 の光が出射される発光面が第 1 凹面鏡 15 に臨むように、且つ発

50

光素子 3 が第 1 焦点 F 1 の位置に配置されるように凹部 2 a に載置、固定され、発光素子 3 がケース 2 内に収容される。

【0038】

凹部 2 c に固定される第 2 リードフレーム 9 a の先端部の片面には、受光素子 4 が固定されている。第 2 リードフレーム 9 a は、光を入射させる受光素子 4 の受光面が第 2 凹面鏡 1 6 に臨むように、且つ受光素子 4 が第 2 焦点 F 2 の位置に配置されるように、凹部 2 c に載置され、受光素子 4 がケース 2 内に収容される。図示を省略するが、発光素子 3 には、対応する 1 対の第 1 リードフレーム 8 a, 8 b を介して発光用の電力が供給され、受光素子 4 からは、対応する 1 対の第 2 リードフレーム 9 a, 9 b を介して光電流が出力される。

10

【0039】

図 7 のように、発光素子 3、受光素子 4 が収容されたケース 2 内には封止樹脂 1 0 が充填され、発光素子 3、受光素子 4 が封止樹脂 1 0 に覆われている。封止樹脂 1 0 は、発光素子 3 の光が透過する透光性を備え、例えば可視光又は赤外光が透過するエポキシ系の合成樹脂である。尚、第 1 リードフレーム 8 a, 8 b、第 2 リードフレーム 9 a, 9 b も封止樹脂 1 0 に覆われていてもよい。

【0040】

封止樹脂 1 0 の表面 1 0 a は、第 1 リードフレーム 8 a, 8 b、第 2 リードフレーム 9 a, 9 b の部分を除いて、ケース 2 の開放側端面 2 e と一致するように平坦に形成されている。この封止樹脂 1 0 の表面 1 0 a は、第 1 焦点 F 1 と第 2 焦点 F 2 を含む平面と一致する、又はこの平面に平行な第 1、第 2 焦点 F 1, F 2 近傍の平面である。そして、封止樹脂 1 0 の表面 1 0 a から離隔した共通焦点 F 0 の位置又は共通焦点 F 0 の近傍が、被検知物の検知位置になる。

20

【0041】

図 8 に示すように、楕円の性質により、第 1 焦点 F 1 の位置の発光素子 3 から照射された光 i 1 の一部は、第 1 凹面鏡 1 5 で反射されて、光 i 2 のように共通焦点 F 0 の位置に集光される。遮光壁 7 は、発光素子 3 から照射される光が第 2 凹面鏡 1 6 に直接入射することを防ぐ。尚、発光素子 3 は、照射角が 150° の発光ダイオードである。

【0042】

共通焦点 F 0 の位置又は共通焦点 F 0 の近傍に被検知物 O B がある場合には、光 i 2 が被検知物 O B で反射された反射光 i 3 が第 2 凹面鏡 1 6 で反射され、反射光 i 4 のように第 2 焦点 F 2 に集光される。そして、反射光 i 4 が第 2 焦点 F 2 の位置の受光素子 4 に入射して光電流が出力される。一方、被検知物 O B がない場合には、発光素子 3 の光が第 1 凹面鏡 1 5 で反射された光 i 2 は、第 2 凹面鏡 1 6 に入射せずに外部に出てしまうので、受光素子 4 に入射しない。そのため、発光素子 3 の光が被検知物 O B で反射された反射光 i 3 を第 2 凹面鏡 1 6 が反射し、この第 2 凹面鏡 1 6 が反射した反射光 i 4 を受光素子 4 が検知することによって被検知物 O B を検知することができる。

30

【0043】

発光素子 3 が発した光のうち、受光素子 4 に入射する光の割合を結合効率としたときに、高い結合効率の実現が望まれている。ここで、図 8 のような光線追跡シミュレーションに基づいて、第 1、第 2 焦点 F 1、F 2 を通る直線 L 3 を含む平面と被検知物 O B の距離 h をパラメータにして、被検知物 O B が反射型光センサ 1 B から離隔した場合の結合効率 (Coupling Efficiency) を図 9 に示す。第 1、第 2 凹面鏡 1 5, 1 6 の傾斜の角度 (楕円 E 1, E 2 の長軸の傾斜の角度) θ は 10° である。

40

【0044】

被検知物 O B を反射型光センサ 1 B から離して距離 h を大きくしていくと、共通焦点 F 0 の位置に相当する $h = 0.6 \text{ mm}$ の場合に結合効率 58% が得られる。共通焦点 F 0 から被検知物 O B が離隔するほど結合効率が低下する傾向にあるが、距離 $h = 2 \text{ mm}$ においても結合効率は 16% 程度になっている。それ故、反射型光センサ 1 B と被検知物 O B の接触による反射型光センサ 1 B の破損、被検知物 O B の破損を防止するためにある程度の

50

距離 h を確保した場合でも、高い結合効率を得ることができる。そして、反射型光センサ 1 B から離隔した位置で結合効率がピークになるので、このピークとなる距離 h を含む広い範囲で、非接触で被検知物 O B を検知することができる。

【0045】

距離 h と、第 1、第 2 凹面鏡 15, 16 の傾斜の角度（楕円 E 1, E 2 の長軸の傾斜の角度） θ をパラメータとしたときの結合効率が、図 10 に等高線状に示されている。角度 θ が大きくなるほど、第 1、第 2 焦点 F 1, F 2 対して共通焦点 F 0 が上方に位置することになるので、角度 θ が大きいほど距離 h が大きくなる側に高い結合効率を得られる距離 h の範囲がシフトしている。それ故、角度 θ が大きい方が非接触での被検知物 O B の検知に有利である。

【0046】

上記反射型光センサ 1 A, 1 B の作用、効果について説明する。

反射型光センサ 1 A (1 B) は、回転楕円面の部分凹面をそれぞれ反射面とする第 1、第 2 凹面鏡 5, 6 (15, 16) が一体的に形成されたケース 2 を有する。第 1、第 2 凹面鏡 5, 6 (15, 16) は、各々の一方の焦点を共通焦点 F 0 とし、且つ各々の他方の焦点（第 1 焦点 F 1 と第 2 焦点 F 2）が重ならないように形成されている。そして、第 1 凹面鏡 5 (15) の第 1 焦点 F 1 の位置の発光素子 3 が、第 1 凹面鏡 5 (15) に向けて光 i_1 を照射し、第 1 凹面鏡 5 (15) で反射された光が共通焦点 F 0 又はその近傍に位置する被検知物 O B に照射される。被検知物 O B で反射された反射光 i_3 は、第 2 凹面鏡 6 (16) で反射され、第 2 焦点 F 2 の位置の受光素子 4 に入射する。

【0047】

第 1 焦点 F 1 の位置から発せられた光 i_1 は、第 1 凹面鏡 5 (15) によって共通焦点 F 0 に集光されるので、発光素子 3 の光の大部分が被検知物 O B に照射され、被検知物 O B で第 2 凹面鏡 6 (16) に向けて反射される。この反射光 i_3 は共通焦点 F 0 又はその近傍で反射されたので、反射光 i_3 の大部分が第 2 凹面鏡 6 (16) で反射されて第 2 凹面鏡 6 (16) の第 2 焦点 F 2 に集光され、第 2 焦点 F 2 の位置の受光素子 4 に入射する。従って、発光素子 3 から照射された拡散光を集光して被検知物 O B に照射し、その反射光を集光して受光素子 4 で検知することができるので、結合効率を向上させることができる。

【0048】

反射型光センサ 1 A の第 1 凹面鏡 5 と第 2 凹面鏡 6 は、第 1 焦点 F 1 と第 2 焦点 F 2 が共通焦点 F 0 を挟んで同一直線上（直線 L 上）に位置するように形成されている。第 1 焦点 F 1 と第 2 焦点 F 2 が共通焦点 F 0 を挟んで同一直線上にあるので、発光素子 3 と受光素子 4 を配設したときに、発光素子 3 と受光素子 4 の間に被検知物 O B の検知位置が設定され、検知位置に被検知物 O B を容易に合わせることができる。

【0049】

反射型光センサ 1 B の第 1 凹面鏡 15 と第 2 凹面鏡 16 は、第 1 焦点 F 1 と共通焦点 F 0 を通る第 1 凹面鏡 15 の長軸（直線 L 1）と、第 2 焦点 F 2 と共通焦点 F 0 を通る第 2 凹面鏡 16 の長軸（直線 L 2）とが、共通焦点 F 0 で所定の交差角で交差するように形成されている。そして、ケース 2 内に発光素子 3 と受光素子 4 を配設したときに、ケース 2 の外側の反射型光センサ 1 B から離隔した位置に被検知物 O B の検知位置を設定して非接触で被検知物 O B を検知することができる。従って、被検知物 O B と反射型光センサ 1 B の衝突による被検知物 O B の破損、反射型光センサ 1 B の破損を防止することができる。

【0050】

反射型光センサ 1 A (1 B) は、ケース 2 内に発光素子 3 及び受光素子 4 が収容され、発光素子 3 の光が透過する封止樹脂 10 がケース 2 内に充填されている。封止樹脂 10 によって発光素子 3 と受光素子 4 と第 1、第 2 凹面鏡 5, 6 (15, 16) の反射面を保護して、被検知物 O B との衝突による反射型光センサ 1 A (1 B) の破損を防止することができる。

【0051】

10

20

30

40

50

反射型光センサ 1 A (1 B) は、第 1 凹面鏡 5 (1 5) と第 2 凹面鏡 6 (1 6) の間に、発光素子 3 の光が第 2 凹面鏡 6 (1 6) に直接入射することを防止する遮光壁 7 を有する。遮光壁 7 が被検知物 O B で反射されずに受光素子 4 に入射する光を遮るので、被検知物 O B の誤検知を防止することができる。

【 0 0 5 2 】

反射型光センサ 1 A を変形して、図 1 1 のように第 1 焦点 F 1 、第 2 焦点 F 2 、共通焦点 F 0 を含む平面上において楕円 E 1 , E 2 の長軸 (直線 L 4 , L 5) を共通焦点 F 0 で交差させた第 1 、第 2 凹面鏡 2 5 , 2 6 をケース 2 に形成して、反射型光センサ 1 C を構成することもできる。図示を省略するが、第 1 リードフレーム 8 a , 8 b 、第 2 リードフレーム 9 a , 9 b の代わりに、発光素子 3 の光に対して透明な蓋部材に発光素子 3 と受光素子 4 を固定し、これらに電氣的に接続する複数の配線を形成して、ケース 2 にこの蓋部材を固定してもよい。尚、上記光線追跡シミュレーションでは封止樹脂 1 0 の表面 1 0 a での屈折を省略しているが、空気に対する封止樹脂 1 0 の屈折率 n を考慮する場合には、上記距離 h を $1/n$ 倍すればよい。その他、当業者であれば、本発明の趣旨を逸脱することなく、上記実施形態に種々の変更を付加した形態で実施可能であり、本発明はその種の変更形態も包含するものである。

【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

1 A , 1 B , 1 C : 反射型光センサ

2 : ケース

2 a ~ 2 d : 凹部

2 e : 開放側端面

3 : 発光素子

4 : 受光素子

5 , 1 5 , 2 5 : 第 1 凹面鏡

6 , 1 6 , 2 6 : 第 2 凹面鏡

7 : 遮光壁

8 a , 8 b : 第 1 リードフレーム

9 a , 9 b : 第 2 リードフレーム

1 0 : 封止樹脂

1 0 a : 表面

1 1 : 枠

F 0 : 共通焦点

F 1 : 第 1 焦点

F 2 : 第 2 焦点

10

20

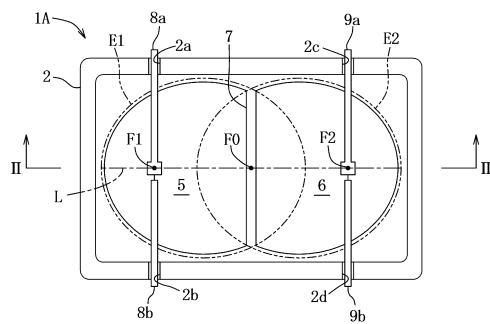
30

40

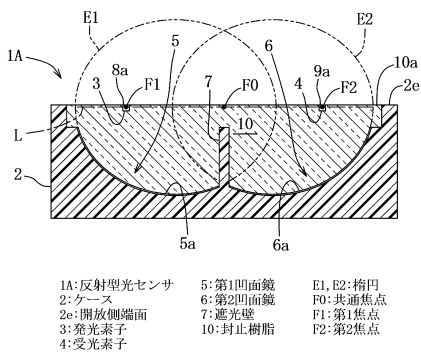
50

【図面】

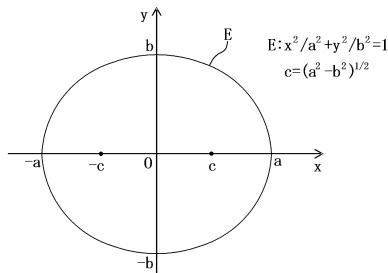
【図 1】



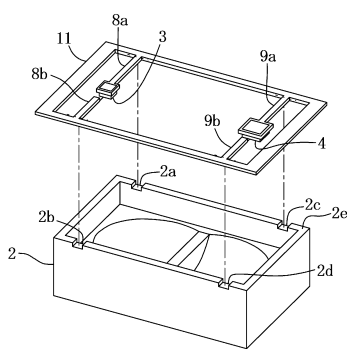
【図 2】



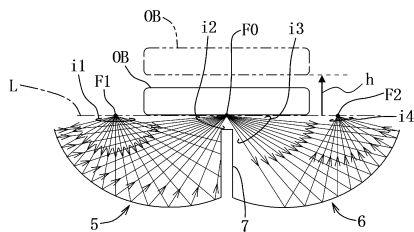
【図 3】



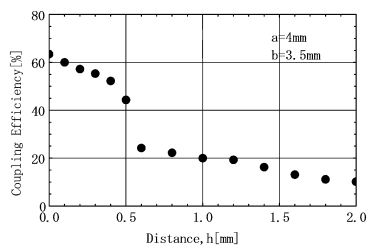
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

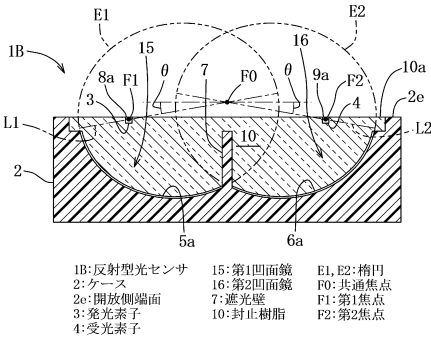
20

30

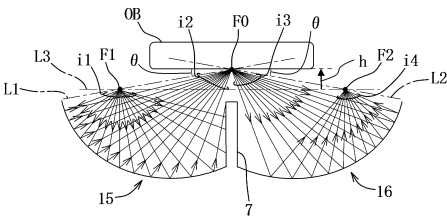
40

50

【図 7】

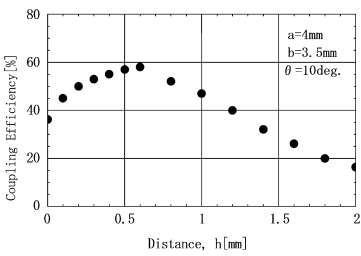


【図 8】

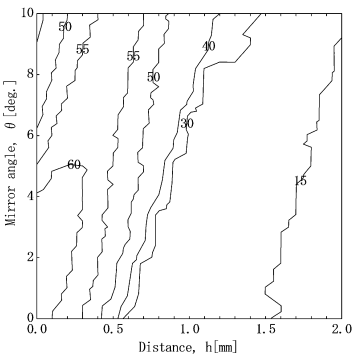


10

【図 9】

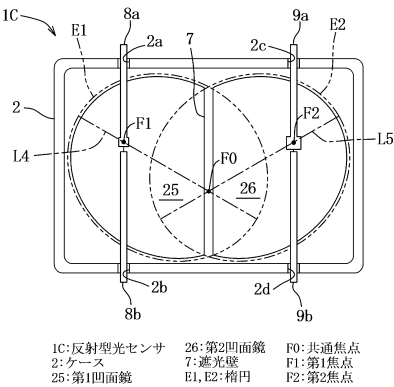


【図 10】



20

【図 11】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2010-539498 (JP, A)
中国特許出願公開第104359850 (CN, A)
特開平01-241184 (JP, A)
米国特許出願公開第2006/0226367 (US, A1)
特開昭63-012181 (JP, A)
特許第6937538 (JP, B1)
特開2005-195685 (JP, A)
特開平08-007615 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H10F 55/00-55/255
H10F 77/50
G01J 1/00-1/60
G01S 7/48-7/51
G01S 17/00-17/95