

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-237361

(P2011-237361A)

(43) 公開日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 B 11/00 (2006.01)	G 0 1 B 11/00 Z	2 F 0 6 5
G 0 6 F 3/042 (2006.01)	G 0 6 F 3/042 G	2 K 1 0 3
G 0 6 F 3/041 (2006.01)	G 0 6 F 3/041 3 5 0 C	5 B 0 6 8
G 0 3 B 21/14 (2006.01)	G 0 3 B 21/14 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2010-110876 (P2010-110876)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成22年5月13日 (2010. 5. 13)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	大西 康憲
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

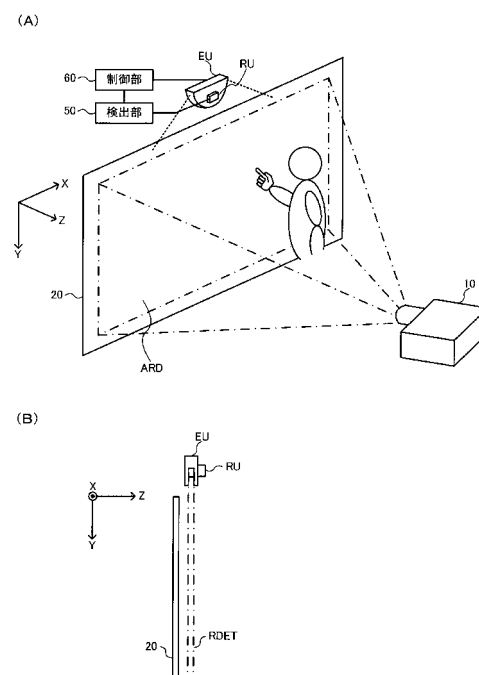
(54) 【発明の名称】 光学式検出装置、表示装置及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】 広い範囲での対象物のセンシングが可能な光学式検出装置、表示装置及び電子機器等の提供。

【解決手段】 光学式検出装置は、光源光を出射する光源部と、光源部からの光源光を曲線状の導光経路に沿って導光する曲線形状のライトガイドと、ライトガイドの外周側から出射される光源光を受け、曲線形状のライトガイドの内周側から外周側へと向かう方向に照射光の照射方向を設定する照射方向設定部と、照射光が対象物に反射されることによる反射光を受光する受光部RUと、受光部RUでの受光結果に基づいて、少なくとも対象物が位置する方向を検出する検出部50を含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光源光を出射する光源部と、

前記光源部からの前記光源光を曲線状の導光経路に沿って導光する曲線形状のライトガイドと、

前記ライトガイドの外周側から出射される前記光源光を受け、曲線形状の前記ライトガイドの内周側から外周側へと向かう方向に照射光の照射方向を設定する照射方向設定部と、

前記照射光が対象物に反射されることによる反射光を受光する受光部と、

前記受光部での受光結果に基づいて、少なくとも前記対象物が位置する方向を検出する検出部と、

を含むことを特徴とする光学式検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

第 2 の光源光を出射する第 2 の光源部を含み、

前記ライトガイドの一端側の光入射面に対して前記光源部が前記光源光を出射することで、第 1 の照射光強度分布を前記対象物の検出領域に形成し、前記ライトガイドの他端側の光入射面に対して前記第 2 の光源部が前記第 2 の光源光を出射することで、前記第 1 の照射強度分布とは強度分布が異なる第 2 の照射光強度分布を前記検出領域に形成することを特徴とする光学式検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、

第 2 の光源光を出射する第 2 の光源部と、

前記第 2 の光源部からの前記第 2 の光源光を、曲線状の導光経路に沿って導光する曲線形状の第 2 のライトガイドとを含み、

前記ライトガイドの一端側の光入射面に対して前記光源部が前記光源光を出射することで、第 1 の照射光強度分布を前記対象物の検出領域に形成し、前記第 2 のライトガイドの他端側の光入射面に対して前記第 2 の光源部が前記第 2 の光源光を出射することで、前記第 1 の照射強度分布とは強度分布が異なる第 2 の照射光強度分布を前記検出領域に形成することを特徴とする光学式検出装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記ライトガイドと前記第 2 のライトガイドは、前記ライトガイドと前記照射方向設定部が並ぶ方向に沿った面に対して交差する方向に並んで配置されることを特徴とする光学式検出装置。

【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 のいずれかにおいて、

前記第 1 の照射光強度分布は、前記ライトガイドの一端側から他端側に向かうにつれて照射光の強度が低くなる強度分布であり、前記第 2 の照射光強度分布は、前記ライトガイドの他端側から一端側に向かうにつれて照射光の強度が低くなる強度分布であることを特徴とする光学式検出装置。

【請求項 6】

請求項 2 乃至 5 のいずれかにおいて、

前記光源部及び前記第 2 の光源部の発光制御を行う制御部を含み、

前記制御部は、

前記光源部と前記第 2 の光源部を交互に発光させることで、前記第 1 の照射強度分布と前記第 2 の照射強度分布を交互に形成する制御を行うことを特徴とする光学式検出装置。

【請求項 7】

請求項 2 乃至 5 のいずれかにおいて、

前記光源部及び前記第 2 の光源部の発光制御を行う制御部を含み、

10

20

30

40

50

前記制御部は、

前記光源部が発光する期間である第１の発光期間における前記受光部での検出受光量と、前記第２の光源部が発光する期間である第２の発光期間における前記受光部での検出受光量とが等しくなるように、前記光源部及び前記第２の光源部の発光制御を行うことを特徴とする光学式検出装置。

【請求項８】

請求項１乃至７のいずれかにおいて、

前記検出部は、

前記受光部での受光結果に基づいて、前記対象物までの距離を検出し、前記距離と、前記対象物の前記方向とに基づいて、前記対象物の位置を検出することを特徴とする光学式検出装置。

10

【請求項９】

請求項１乃至８のいずれかにおいて、

前記照射光の照射方向を、前記対象物の検出領域の面に沿った方向に規制する照射方向規制部を含むことを特徴とする光学式検出装置。

【請求項１０】

請求項９において、

前記照射方向規制部は、前記検出領域の面に沿った第１のスリット面及び第２のスリット面を有するスリットであることを特徴とする光学式検出装置。

【請求項１１】

20

請求項１０において、

前記第１のスリット面及び前記第２のスリット面には凹部が形成されていることを特徴とする光学式検出装置。

【請求項１２】

請求項１乃至１１のいずれかに記載の光学式検出装置を含むことを特徴とする表示装置。

【請求項１３】

請求項１乃至１１のいずれかに記載の光学式検出装置を含むことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【０００１】

本発明は、光学式検出装置、表示装置及び電子機器等に関する。

【背景技術】

【０００２】

携帯電話、パーソナルコンピューター、カーナビゲーション装置、券売機、銀行の端末などの電子機器では、近年、表示部の前面にタッチパネルが配置された位置検出機能付きの表示装置が用いられる。この表示装置によれば、ユーザーは、表示部に表示された画像を参照しながら、表示画像のアイコン等をポインティングしたり、情報を入力することが可能になる。このようなタッチパネルによる位置検出方式としては、例えば抵抗膜方式や静電容量方式などが知られている。

40

【０００３】

一方、投写型表示装置（プロジェクター）やデジタルサイネージ用の表示装置では、携帯電話やパーソナルコンピューターの表示装置に比べて、その表示エリアが広い。従って、これらの表示装置において、上述の抵抗膜方式や静電容量方式のタッチパネルを用いて位置検出を実現することは難しい。

【０００４】

また投写型表示装置用の位置検出装置の従来技術としては、例えば特許文献１、２に開示される技術が知られている。しかしながら、この位置検出装置では、システムが大掛かりになってしまうなどの問題がある。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平11-345085

【特許文献2】特開2001-142643

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の幾つかの態様によれば、広い範囲での対象物のセンシングが可能な光学式検出装置、表示装置及び電子機器等を提供できる。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、光源光を出射する光源部と、前記光源部からの前記光源光を曲線状の導光経路に沿って導光する曲線形状のライトガイドと、前記ライトガイドの外周側から出射される前記光源光を受け、曲線形状の前記ライトガイドの内周側から外周側へと向かう方向に照射光の照射方向を設定する照射方向設定部と、前記照射光が対象物に反射されることによる反射光を受光する受光部と、前記受光部での受光結果に基づいて、少なくとも前記対象物が位置する方向を検出する検出部とを含む光学式検出装置に係る。

【0008】

本発明の一態様によれば、光源部からの光源光が、ライトガイドの曲線形状の導光経路に沿って導光される。そしてライトガイドの外周側から出射された光源光は、ライトガイドの内周側から外周側へと向かう方向の照射光として出射される。そしてこの出射光が対象物により反射されると、その反射光が受光部により受光され、受光結果に基づき対象物の方向等が検出される。このような構成の光学式検出装置によれば、ライトガイドの内周側から外周側に放射状に照射光が出射されて、その反射光により対象物が検出されるようになるため、広い範囲での対象物のセンシングが可能な光学式検出装置を実現できる。

20

【0009】

また本発明の一態様では、第2の光源光を出射する第2の光源部を含み、前記ライトガイドの一端側の光入射面に対して前記光源部が前記光源光を出射することで、第1の照射光強度分布を前記対象物の検出領域に形成し、前記ライトガイドの他端側の光入射面に対して前記第2の光源部が前記第2の光源光を出射することで、前記第1の照射光強度分布とは強度分布が異なる第2の照射光強度分布を前記検出領域に形成してもよい。

30

【0010】

このようにすれば、例えば1個のライトガイドを用いて第1、第2の照射光強度分布を形成できるため、装置のコンパクト化等を図れる。また第1の照射光強度分布を形成した際の受光結果と、第2の照射光強度分布を形成した際の受光結果に基づいて、対象物を検出できるため、環境光等の外乱光の影響を低減したセンシングが可能になり、検出精度等を向上できる。

【0011】

また本発明の一態様では、第2の光源光を出射する第2の光源部と、前記第2の光源部からの前記第2の光源光を、曲線状の導光経路に沿って導光する曲線形状の第2のライトガイドとを含み、前記ライトガイドの一端側の光入射面に対して前記光源部が前記光源光を出射することで、第1の照射光強度分布を前記対象物の検出領域に形成し、前記第2のライトガイドの他端側の光入射面に対して前記第2の光源部が前記第2の光源光を出射することで、前記第1の照射光強度分布とは強度分布が異なる第2の照射光強度分布を前記検出領域に形成してもよい。

40

【0012】

このように2個のライトガイドを用いれば、出光特性の調整等の光学設計を簡素化できる。また第1の照射光強度分布を形成した際の受光結果と、第2の照射光強度分布を形成した際の受光結果に基づいて、対象物を検出できるため、環境光等の外乱光の影響を低減

50

したセンシングが可能になり、検出精度等を向上できる。

【0013】

また本発明の一態様では、前記ライトガイドと前記第2のライトガイドは、前記ライトガイドと前記照射方向設定部が並ぶ方向に沿った面に対して交差する方向に並んで配置されてもよい。

【0014】

このようにすれば、ライトガイドと第2のライトガイドをコンパクトに収納できるようになるため、装置のコンパクト化等を図れる。

【0015】

また本発明の一態様では、前記第1の照射光強度分布は、前記ライトガイドの一端側から他端側に向かうにつれて照射光の強度が低くなる強度分布であり、前記第2の照射光強度分布は、前記ライトガイドの他端側から一端側に向かうにつれて照射光の強度が低くなる強度分布であってもよい。

【0016】

このようにすれば、照射方向に応じて強度が異なるような照射光強度分布を形成できるため、この強度分布を利用して、対象物を簡素な処理でセンシングすることが可能になる。

【0017】

また本発明の一態様では、前記光源部及び前記第2の光源部の発光制御を行う制御部を含み、前記制御部は、前記光源部と前記第2の光源部を交互に発光させることで、前記第1の照射強度分布と前記第2の照射強度分布を交互に形成する制御を行ってもよい。

【0018】

このようにすれば、制御部が光源部と第2の光源部を交互に発光させるだけで、第1、第2の照射光強度分布を形成して、対象物をセンシングできるようになる。

【0019】

また本発明の一態様では、前記光源部及び前記第2の光源部の発光制御を行う制御部を含み、前記制御部は、前記光源部が発光する期間である第1の発光期間における前記受光部での検出受光量と、前記第2の光源部が発光する期間である第2の発光期間における前記受光部での検出受光量とが等しくなるように、前記光源部及び前記第2の光源部の発光制御を行ってもよい。

【0020】

このようにすれば第1の照射光強度分布の形成時の外乱光の影響と第2の照射光強度分布の形成時の外乱光の影響を相殺することなどが可能になり、検出精度等を向上できる。なお第1の発光期間での検出受光量と第2の発光期間での検出受光量とが等しくなるようにする発光制御は、参照用光源部を介して行う発光制御であってもよい。

【0021】

また本発明の一態様では、前記検出部は、前記受光部での受光結果に基づいて、前記対象物までの距離を検出し、前記距離と、前記対象物の前記方向とに基づいて、前記対象物の位置を検出してもよい。

【0022】

このようにすれば、対象物までの距離を求めることで、対象物の方向のみならず対象物の位置についても検出できるようになる。

【0023】

また本発明の一態様では、前記照射光の照射方向を、前記対象物の検出領域の面に沿った方向に規制する照射方向規制部を含んでもよい。

【0024】

このようにすれば、対象物の検出領域に交差する方向に照射光が広がってしまう事態を抑止できるため、誤検出等の防止が可能になる。

【0025】

また本発明の一態様では、前記照射方向規制部は、前記検出領域の面に沿った第1のス

10

20

30

40

50

リット面及び第2のスリット面を有するスリットであってもよい。

【0026】

このようにすれば、光学式検出装置の筐体にスリットを設けるだけで、照射光の照射方向を対象物の検出領域の面に沿った方向に規制できるようになる。

【0027】

また本発明の一態様では、前記第1のスリット面及び前記第2のスリット面には凹部が形成されていてもよい。

【0028】

このようにすれば、第1、第2のスリット面での表面反射を抑制することが可能になり、照射光が広がってしまう事態を、より効果的に抑止することが可能になる。

10

【0029】

また本発明の他の態様は、上記のいずれかに記載の光学式検出装置を含む表示装置に係する。

【0030】

また本発明の他の態様は、上記のいずれかに記載の光学式検出装置を含む電子機器に係する。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】図1(A)、図1(B)は本実施形態の光学式検出装置、表示装置等の基本構成例。

20

【図2】図2(A)、図2(B)は本実施形態の検出手法の説明図。

【図3】図3(A)、図3(B)は本実施形態の検出手法の説明図。

【図4】本実施形態の光学式検出装置の第1の構成例。

【図5】本実施形態の光学式検出装置の第2の構成例。

【図6】第2の構成例でのライトガイドの配置についての説明図。

【図7】図7(A)、図7(B)は本実施形態の検出手法を説明するための信号波形例。

【図8】光学式検出装置の変形例。

【図9】図9(A)、図9(B)は照射方向規制部の説明図。

【図10】照射ユニットの詳細な構成例。

【図11】照射ユニットの詳細な構成例。

30

【図12】照射ユニットの詳細な構成例。

【図13】図13(A)、図13(B)は照射方向設定部の説明図。

【図14】図14(A)～図14(C)はプリズムシート、拡散シートの説明図。

【図15】照射方向の設定手法についての説明図。

【図16】検出部等の詳細な構成例。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

40

【0033】

1. 基本構成

図1(A)、図1(B)に本実施形態の光学式検出装置及びこれを用いた表示装置や電子機器の基本構成例を示す。図1(A)、図1(B)は本実施形態の光学式検出装置を、液晶プロジェクター或いはデジタル・マイクロミラー・デバイスと呼ばれる投写型表示装置(プロジェクター)に適用した場合の例である。図1(A)、図1(B)では、互いに交差する軸をX軸、Y軸、Z軸(広義には第1、第2、第3の座標軸)としている。具体的には、X軸方向を横方向とし、Y軸方向を縦方向とし、Z軸方向を奥行き方向としている。

【0034】

50

本実施形態の光学式検出装置は、照射ユニットE Uと受光部R Uと検出部5 0を含む。また制御部6 0を含む。また本実施形態の表示装置（電子機器）は、光学式検出装置とスクリーン2 0（広義には表示部）を含む。更に表示装置（電子機器）は画像投射装置1 0（広義には画像生成装置）を含むことができる。なお、本実施形態の光学式検出装置、表示装置、電子機器は図1（A）、図1（B）の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0035】

画像投射装置1 0は、筐体の前面側に設けられた投射レンズからスクリーン2 0に向けて画像表示光を拡大投射する。具体的には画像投射装置1 0は、カラー画像の表示光を生成して、投射レンズを介してスクリーン2 0に向けて出射する。これによりスクリーン2 0の表示エリアA R Dにカラー画像が表示されるようになる。

10

【0036】

本実施形態の光学式検出装置は、図1（B）に示すようにスクリーン2 0の前方側（Z軸方向側）に設定された検出領域R D E Tにおいて、ユーザーの指やタッチペンなどの対象物を光学的に検出する。このために光学式検出装置の照射ユニットE Uは、対象物を検出するための照射光（検出光）を出射する。具体的には、照射方向に応じて強度（照度）が異なる照射光を放射状に出射する。これにより検出領域R D E Tには、照射方向に応じて強度が異なる照射光強度分布が形成される。なお検出領域R D E Tは、スクリーン2 0（表示部）のZ方向側（ユーザー側）において、X Y平面に沿って設定される領域である。

20

【0037】

受光部R Uは、照射ユニットE Uからの照射光が対象物に反射されることによる反射光を受光する。この受光部R Uは、例えばフォトダイオードやフォトトランジスターなどの受光素子により実現できる。この受光部R Uには検出部5 0が例えば電氣的に接続されている。

【0038】

検出部5 0は、受光部R Uでの受光結果に基づいて、少なくとも対象物が位置する方向等を検出する。この検出部5 0の機能は、アナログ回路等を有する集積回路装置や、マイクロコンピュータ上で動作するソフトウェア（プログラム）などにより実現できる。例えば検出部5 0は、受光部R Uの受光素子が対象物からの反射光を受光することで発生した検出電流を、検出電圧に変換し、受光結果である検出電圧に基づいて、対象物が位置する方向等を検出する。具体的には検出部5 0は、受光部R Uでの受光結果（受光信号）に基づいて、対象物までの距離（照射ユニットの配置位置からの距離）を検出する。そして検出された距離と、検出された対象物の方向（存在方向）とに基づいて、対象物の位置を検出する。具体的には検出領域R D E TのX Y平面でのX、Y座標を検出する。なお、X軸方向に沿って所与の距離だけ離れた第1、第2の照射ユニットを設けるようにしてもよい。この場合には、第1の照射ユニットからの第1の照射光が対象物に反射されることによる第1の反射光の受光結果に基づいて、第1の照射ユニットに対する対象物の方向を第1の方向として検出する。また第2の照射ユニットからの第2の照射光が対象物に反射されることによる第2の反射光の受光結果に基づいて、第2の照射ユニットに対する対象物の方向を第2の方向として検出する。そして検出された第1、第2の方向と、第1、第2の照射ユニット間の距離とに基づいて、対象物の位置を検出すればよい。

30

40

【0039】

制御部6 0は光学式検出装置の各種の制御処理を行う。具体的には照射ユニットE Uが有する光源部の発光制御などを行う。この制御部6 0は照射ユニットE U、検出部5 0に電氣的に接続されている。制御部6 0の機能は、集積回路装置やマイクロコンピュータ上で動作するソフトウェアなどにより実現できる。例えば制御部6 0は、照射ユニットE Uが第1、第2の光源部を含む場合に、これらの第1、第2の光源部を交互に発光させる制御を行う。また、前述のように第1、第2の照射ユニットが設けられる場合には、第1の照射ユニットに対する対象物の方向を求める第1の期間において、第1の照射ユニットに

50

設けられる第 1、第 2 の光源部を交互に発光させる制御を行う。また第 2 の照射ユニットに対する対象物の方向を求める第 2 の期間において、第 2 の照射ユニットに設けられる第 3、第 4 の光源部を交互に発光させる制御を行う。

【0040】

なお本実施形態の光学式検出装置は、図 1 (A) に示す投写型表示装置には限定されず、各種の電子機器に搭載される様々な表示装置に適用できる。また本実施形態の光学式検出装置を適用できる電子機器としては、パーソナルコンピューター、カーナビゲーション装置、券売機、携帯情報端末、或いは銀行の端末などの様々な機器を想定できる。この電子機器は、例えば画像を表示する表示部（表示装置）や、情報を入力するための入力部や、入力された情報等に基づいて各種の処理を行う処理部などを含むことができる。

10

【0041】

2. 対象物の検出手法

次に本実施形態による対象物の検出手法について詳細に説明する。

【0042】

図 2 (A) に示すように本実施形態の光学式検出装置（照射ユニット）は、光源部 L S 1 と、ライトガイド L G と、照射方向設定部 L E を含む。また反射シート R S を含む。そして照射方向設定部 L E は光学シート P S 及びルーバーフィルム L F を含む。なお、これらの構成要素の一部を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

20

【0043】

光源部 L S 1 は、光源光を出射するものであり、L E D（発光ダイオード）等の発光素子を有する。この光源部 L S 1 は例えば赤外光（可視光領域に近い近赤外線）の光源光を放出する。即ち、光源部 L S 1 が発光する光源光は、ユーザーの指やタッチペン等の対象物により効率的に反射される波長帯域の光や、外乱光となる環境光にあまり含まれない波長帯域の光であることが望ましい。具体的には、人体の表面での反射率が高い波長帯域の光である 850nm 付近の波長の赤外光や、環境光にあまり含まれない波長帯域の光である 950nm 付近の赤外光などである。

【0044】

ライトガイド L G（導光部材）は、光源部 L S 1 が発光した光源光を導光するものである。例えばライトガイド L G は、光源部 L S 1 からの光源光を曲線状の導光経路に沿って導光し、その形状は曲線形状になっている。具体的には図 2 (A) ではライトガイド L G は円弧形状になっている。なお図 2 (A) ではライトガイド L G はその中心角が 180 度の円弧形状になっているが、中心角が 180 度よりも小さい円弧形状であってもよい。ライトガイド L G は、例えばアクリル樹脂やポリカーボネートなどの透明な樹脂部材等により形成される。そして光源部 L S 1 からの光源光は、ライトガイド L G の一端側（図 2 (A) では左側）の光入射面に入射される。

30

【0045】

ライトガイド L G の外周側（B 1 に示す側）及び内周側（B 2 に示す側）の少なくとも一方には、ライトガイド L G からの光源光の出光効率を調整するための加工が施されている。加工手法としては、例えば反射ドットを印刷するシルク印刷方式や、スタンパーやインジェクションで凹凸を付ける成型方式や、溝加工方式などの種々の手法を採用できる。

40

【0046】

プリズムシート P S とルーバーフィルム L F により実現される照射方向設定部 L E（照射光出射部）は、ライトガイド L G の外周側に設けられ、ライトガイド L G の外周側（外周面）から出射される光源光を受ける。そして曲線形状（円弧形状）のライトガイド L G の内周側（B 2）から外周側（B 1）へと向かう方向に照射方向が設定された照射光 L T を出射する。即ち、ライトガイド L G の外周側から出射される光源光の方向を、ライトガイド L G の例えば法線方向（半径方向）に沿った照射方向に設定（規制）する。これにより、ライトガイド L G の内周側から外周側に向かう方向に、照射光 L T が放射状に出射されるようになる。

50

【0047】

このような照射光 L T の照射方向の設定は、照射方向設定部 L E のプリズムシート P S やルーバーフィルム L F などにより実現される。例えばプリズムシート P S は、ライトガイド L G の外周側から低視角で出射される光源光の方向を、法線方向側に立ち上げて、出光特性のピークが法線方向になるように設定する。またルーバーフィルム L F は、法線方向以外の方向の光（低視角光）を遮光（カット）する。なお、後述するように照射方向設定部 L E に拡散シート等を設けてよい。また反射シート R S は、ライトガイド L G の内周側に設けられる。このように反射シート R S を内周側に設けることで、外周側への光源光の出光効率を改善できる。

【0048】

そして図 2（A）に示すように、光源部 L S 1 が、ライトガイド L G の一端側（B 3）の光入射面に対して光源光を出射することで、第 1 の照射光強度分布 L I D 1 が対象物の検出領域（図 1（B）の R D E T）に形成される。この第 1 の照射光強度分布 L I D 1 は、ライトガイド L G の一端側（B 3）から他端側（B 4）に向かうにつれて照射光の強度が低くなる強度分布である。即ち図 2（A）において照射光 L T のベクトルの大きさが強度（照度）を表しており、ライトガイド L G の一端側（B 3）では照射光 L T の強度は最も大きく、他端側（B 4）では強度は最も小さい。そしてライトガイド L G の一端側から他端側に向かうにつれて、照射光 L T の強度は単調減少している。

【0049】

一方、図 2（B）に示すように、第 2 の光源部 L S 2 が、ライトガイド L G の他端側（B 4）の光入射面に対して第 2 の光源光を出射することで、第 2 の照射光強度分布 L I D 2 が検出領域に形成される。この第 2 の照射光強度分布 L I D 2 は、第 1 の照射光強度分布 L I D 1 とは強度分布が異なり、ライトガイド L G の他端側（B 4）から一端側（B 3）に向かうにつれて照射光の強度が低くなる強度分布である。即ち図 2（B）では、ライトガイド L G の他端側では照射光 L T の強度は最も大きく、一端側では強度は最も小さい。そして他端側から一端側に向かうにつれて、照射光 L T の強度は単調減少している。

【0050】

このような照射光強度分布 L I D 1、L I D 2 を形成し、これらの強度分布の照射光による対象物の反射光を受光することで、環境光などの外乱光の影響を最小限に抑えた、より精度の高い対象物の検出が可能になる。即ち、外乱光に含まれる赤外成分を相殺することが可能になり、この赤外成分が対象物の検出に及ぼす悪影響を最小限に抑えることが可能になる。

【0051】

例えば図 3（A）の E 1 は、図 2（A）の照射光強度分布 L I D 1 において、照射光 L T の照射方向の角度と、その角度での照射光 L T の強度との関係を示す図である。図 3（A）の E 1 では、照射方向が図 3（B）の D D 1 の方向（左方向）である場合に強度が最も高くなる。一方、D D 3 の方向（右方向）である場合に強度が最も低くなり、D D 2 の方向ではその中間の強度になる。具体的には方向 D D 1 から方向 D D 3 への角度変化に対して照射光の強度は単調減少しており、例えばリニア（直線的）に変化している。なお図 3（B）では、ライトガイド L G の円弧形状の中心位置が、光学式検出装置の配置位置 P E になっている。

【0052】

また図 3（A）の E 2 は、図 2（B）の照射光強度分布 L I D 2 において、照射光 L T の照射方向の角度と、その角度での照射光 L T の強度との関係を示す図である。図 3（A）の E 2 では、照射方向が図 3（B）の D D 3 の方向である場合に強度が最も高くなる。一方、D D 1 の方向である場合に強度が最も低くなり、D D 2 の方向ではその中間の強度になる。具体的には方向 D D 3 から方向 D D 1 への角度変化に対して照射光の強度は単調減少しており、例えばリニアに変化している。なお図 3（A）では照射方向の角度と強度の関係はリニアな関係になっているが、本実施形態はこれに限定されず、例えば双曲線の関係等であってもよい。

10

20

30

40

50

【0053】

そして図3 (B) に示すように、角度 θ の方向DDBに対象物OBが存在したとする。すると、図2 (A) のように光源部LS1が発光することで照射光強度分布LID1を形成した場合 (E1の場合) には、図3 (A) に示すように、DDB (角度 θ) の方向に存在する対象物OBの位置での強度はINTaになる。一方、図2 (B) のように光源部LS2が発光することで照射光強度分布LID2を形成した場合 (E2の場合) には、DDBの方向に存在する対象物OBの位置での強度はINTbになる。

【0054】

従って、これらの強度INTa、INTbの関係を求めることで、対象物OBの位置する方向DDB (角度 θ) を特定できる。そして例えば後述する図7 (A)、図7 (B) の手法により光学式検出装置の配置位置PEからの対象物OBの距離を求めれば、求められた距離と方向DDBとに基づいて対象物OBの位置を特定できる。或いは、後述する図8に示すように2個の照射ユニットEU1、EU2を設け、EU1、EU2の各照射ユニットに対する対象物OBの方向DDB1 (θ_1)、DDB2 (θ_2) を求めれば、これらの方向DDB1、DDB2と照射ユニットEU1、EU2間の距離DSとにより、対象物OBの位置を特定できる。

【0055】

このような強度INTa、INTbの関係を求めるために、本実施形態では、図1 (A) の受光部RUが、図2 (A) のような照射光強度分布LID1を形成した際の対象物OBの反射光 (第1の反射光) を受光する。この時の反射光の検出受光量をGaとした場合に、このGaが強度INTaに対応するようになる。また受光部RUが、図2 (B) のような照射光強度分布LID2を形成した際の対象物OBの反射光 (第2の反射光) を受光する。この時の反射光の検出受光量をGbとした場合に、このGbが強度INTbに対応するようになる。従って、検出受光量GaとGbの関係が求めれば、強度INTa、INTbの関係が求まり、対象物OBの位置する方向DDBを求めることができる。

【0056】

例えば図2 (A) の光源部LS1の制御量 (例えば電流量)、変換係数、放出光量を、各々、Ia、k、Eaとする。また図2 (B) の光源部LS2の制御量 (電流量)、変換係数、放出光量を、各々、Ib、k、Ebとする。すると下式 (1)、(2) が成立する。

【0057】

$$Ea = k \cdot Ia \quad (1)$$

$$Eb = k \cdot Ib \quad (2)$$

また光源部LS1からの光源光 (第1の光源光) の減衰係数をfaとし、この光源光に対応する反射光 (第1の反射光) の検出受光量をGaとする。また光源部LS2からの光源光 (第2の光源光) の減衰係数をfbとし、この光源光に対応する反射光 (第2の反射光) の検出受光量をGbとする。すると下式 (3)、(4) が成立する。

【0058】

$$Ga = fa \cdot Ea = fa \cdot k \cdot Ia \quad (3)$$

$$Gb = fb \cdot Eb = fb \cdot k \cdot Ib \quad (4)$$

従って、検出受光量Ga、Gbの比は下式 (5) のように表せる。

【0059】

$$Ga / Gb = (fa / fb) \cdot (Ia / Ib) \quad (5)$$

ここでGa/Gbは、受光部RUでの受光結果から特定することができ、Ia/Ibは、制御部60による照射ユニットEUの制御量から特定することができる。そして図3 (A) の強度INTa、INTbと減衰係数fa、fbとは一意の関係にある。例えば減衰係数fa、fbが小さな値となり、減衰量が大きい場合は、強度INTa、INTbが小さいことを意味する。一方、減衰係数fa、fbが大きな値となり、減衰量が小さい場合は、強度INTa、INTbが大きいことを意味する。従って、上式 (5) から減衰率の比fa/fbを求めることで、対象物の方向、位置等を求めることが可能になる。

【0060】

より具体的には、一方の制御量 I_a を I_m に固定し、検出受光量の比 G_a / G_b が 1 になるように、他方の制御量 I_b を制御する。例えば後述する図 7 (A) のように光源部 $L S 1$ 、 $L S 2$ を逆相で交互に点灯させる制御を行い、検出受光量の波形を解析し、検出波形が観測されなくなるように ($G_a / G_b = 1$ になるように)、他方の制御量 I_b を制御する。そして、このときの他方の制御量 $I_b = I_m \cdot (f_a / f_b)$ から、減衰係数の比 f_a / f_b を求めて、対象物の方向、位置等を求める。

【0061】

また下式 (6)、(7) のように、 $G_a / G_b = 1$ になると共に制御量 I_a と I_b の和が一定になるように制御してもよい。

10

【0062】

$$G_a / G_b = 1 \quad (6)$$

$$I_m = I_a + I_b \quad (7)$$

上式 (6)、(7) を上式 (5) に代入すると下式 (8) が成立する。

【0063】

$$\begin{aligned} G_a / G_b = 1 &= (f_a / f_b) \cdot (I_a / I_b) \\ &= (f_a / f_b) \cdot \{ (I_m - I_b) / I_b \} \end{aligned} \quad (8)$$

上式 (8) より、 I_b は下式 (9) のように表される。

【0064】

$$I_b = \{ f_a / (f_a + f_b) \} \cdot I_m \quad (9)$$

20

ここで $\alpha = f_a / (f_a + f_b)$ とおくと、上式 (9) は下式 (10) のように表され、減衰係数の比 f_a / f_b は、 α を用いて下式 (11) のように表される。

【0065】

$$I_b = \alpha \cdot I_m \quad (10)$$

$$f_a / f_b = \alpha / (1 - \alpha) \quad (11)$$

従って、 $G_a / G_b = 1$ になると共に I_a と I_b の和が一定値 I_m になるように制御すれば、そのときの I_b 、 I_m から上式 (10) により α を求め、求められた α を上式 (11) に代入することで、減衰係数の比 f_a / f_b を求めることができる。これにより、対象物の方向、位置等を求めることが可能になる。そして $G_a / G_b = 1$ になると共に I_a と I_b の和が一定になるように制御することで、外乱光の影響等を相殺することが可能になり、検出精度の向上を図れる。

30

【0066】

なお、以上では、図 2 (A) の照射強度分布 $L I D 1$ と図 2 (B) の照射光強度分布 $L I D 2$ を交互に形成して、対象物の方向、位置等を検出する手法について説明した。しかしながら、検出精度の低下等がある程度許容できる場合には、図 2 (A) の照射光強度分布 $L I D 1$ 又は図 2 (B) の照射光強度分布 $L I D 2$ の一方だけを形成して、対象物の方向、位置等を求めることも可能である。

【0067】

3. 構成例

次に本実施形態の光学式検出装置の第 1、第 2 の構成例について説明する。図 4 に光学式検出装置の第 1 の構成例を示す。

40

【0068】

この第 1 の構成例では、光源部 $L S 1$ が、図 4 の $F 1$ に示すようライトガイド $L G$ の一端側に設けられる。また第 2 の光源部 $L S 2$ が、 $F 2$ に示すようライトガイド $L G$ の他端側に設けられる。そして光源部 $L S 1$ が、ライトガイド $L G$ の一端側 ($F 1$) の光入射面に対して光源光を出射することで、第 1 の照射光強度分布 $L I D 1$ を対象物の検出領域に形成 (設定) する。一方、光源部 $L S 2$ が、ライトガイド $L G$ の他端側 ($F 2$) の光入射面に対して第 2 の光源光を出射することで、第 1 の照射強度分布 $L I D 1$ とは強度分布が異なる第 2 の照射光強度分布 $L I D 2$ を検出領域に形成する。

【0069】

50

即ち図４の第１の構成例では、ライトガイドＬＧの両端に光源部ＬＳ１、ＬＳ２を設け、これらの光源部ＬＳ１、ＬＳ２を後述する図７（Ａ）に示すように逆相で交互に点灯させることで、図２（Ａ）の状態と図２（Ｂ）の状態を交互に作り出す。つまり、ライトガイドＬＧの一端側の強度が高くなる照射強度分布ＬＩＤ１と、ライトガイドＬＧの他端側の強度が高くなる照射強度分布ＬＩＤ２を交互に形成して、対象物の反射光を受光し、受光結果に基づいて対象物の方向等を特定する。

【００７０】

この第１の構成例によれば、１個のライトガイドＬＧを設けるだけで済むため、光学式検出装置のコンパクト化等を図ることができる。

【００７１】

図５に光学式検出装置の第２の構成例を示す。第２の構成例では第２のライトガイドＬＧ２が更に設けられている。そして図６に示すように、ライトガイドＬＧと第２のライトガイドＬＧ２は、ライトガイドＬＧと照射方向設定部ＬＥが並ぶ方向に沿った面に交差（直交）する方向ＤＬＧにおいて、並んで配置される。例えば、図１（Ｂ）の検出領域ＲＤＥＴの面（ＸＹ平面に平行な面）に直交する方向（Ｚ方向）に沿うように、ライトガイドＬＧ１、ＬＧ２が配置される。このようにすれば、光学式検出装置にライトガイドＬＧ１、ＬＧ２をコンパクトに収納できるようになるため、光学式検出装置が大型化してしまうのを抑止できる。

【００７２】

なお図５では、図面のわかりやすさのためにライトガイドＬＧ１とＬＧ２が円弧形状の半径方向に並んで配置されるように描かれているが、実際にはライトガイドＬＧ１、ＬＧ２は、図６のような位置関係で配置されている。

【００７３】

また図５では、光源部ＬＳ１に加えて、第２の光源光を出射する第２の光源部ＬＳ２が設けられる。そして曲線形状のライトガイドＬＧ２は、第２の光源部ＬＳ２からの第２の光源光を曲線状の導光経路に沿って導光する。

【００７４】

そしてライトガイドＬＧ１の一端側（Ｇ１）の光入射面に対して、光源部ＬＳ１が光源光を出射することで、第１の照射光強度分布ＬＩＤ１を対象物の検出領域に形成する。一方、第２のライトガイドの他端側（Ｇ２）の光入射面に対して、第２の光源部ＬＳ２が第２の光源光を出射することで、第１の照射強度分布ＬＩＤ１とは強度分布が異なる第２の照射光強度分布ＬＩＤ２を検出領域に形成する。

【００７５】

つまり第２の構成例では、ライトガイドＬＧ１とこれに光を入射する光源部ＬＳ１を設けると共に、ライトガイドＬＧ２とこれに光を入射する光源部ＬＳ２を設ける。そして、光源部ＬＳ１、ＬＳ２を後述する図７（Ａ）に示すように逆相で交互に点灯させることで、図２（Ａ）の状態と図２（Ｂ）の状態を交互に作り出す。そして、対象物の反射光を受光し、受光結果に基づいて対象物の方向等を特定する。

【００７６】

この第２の構成例によれば、ライトガイドＬＧ１、ＬＧ２の光学設計を簡素化することが可能になる。

【００７７】

例えば図３（Ａ）に示すようなリニアな強度分布を形成するためには、シルク印刷方式等により、ライトガイドの出光特性を調整する光学設計が必要になる。即ち、光源光の減衰率が例えば０．９である場合には、９０％、８１％、７３％というように、強度は双曲線の特性で変化してしまい、リニアな変化にはならない。このため、図３（Ａ）のようなリニアな強度分布を形成する場合には、シルク印刷方式等による出光特性の調整が必要になる。

【００７８】

ところが、図４の第１の構成例のように１個のライトガイドＬＧを用いる手法では、こ

10

20

30

40

50

のような出光特性の調整が難しくなる。即ち、照射光強度分布 L I D 1 の強度変化がリニアになるようにライトガイド L G の表面を加工して出光特性を調整すると、照射光強度分布 L I D 2 での強度変化がリニアにならなくなる。一方、照射光強度分布 L I D 2 の強度変化がリニアになるようにライトガイド L G の表面を加工して出光特性を調整すると、今度は、照射光強度分布 L I D 1 での強度変化がリニアにならなくなる。

【0079】

この点、図 5 の第 2 の構成例では、光源部 L S 1 に対応してライトガイド L G 1 が設けられ、光源部 L S 2 に対応してライトガイド L G 2 が設けられる。ライトガイド L G 1 については、照射光強度分布 L I D 1 がリニアな強度変化になるように、その表面を加工して出光特性を調整すればよい。一方、ライトガイド L G 2 については、照射光強度分布 L I D 2 がリニアな強度変化になるように、その表面を加工して出光特性を調整すればよい。従って、光学設計を簡素化できる。

【0080】

なお、強度変化の特性が図 3 (A) に示すようなリニアな特性にならず、例えば双曲線等の特性になっても、ソフトウェア等による補正処理でこれに対処することが可能である。即ち、光学的にはリニアな特性にならなくても、受光結果に対して補正処理を行うことで、リニアな特性になるように調整することができる。従って、このような補正処理を行う場合には、図 5 のように 2 個のライトガイド L G 1、L G 2 を設けずに、図 4 のように 1 個のライトガイド L G だけを設ける構成にすることで、光学式検出装置のコンパクト化等を図れる。

【0081】

以上の本実施形態の光学式検出装置によれば、同心円状の曲線状のライトガイドを用いることで、角度のセンシングが可能になる。そしてライトガイドが曲線状になっているため、照射光を放射状に出射することができ、直線形状のライトガイド等を用いる手法に比べて、広い範囲での対象物の方向、位置等の検出が可能になる。例えば直線形状のライトガイドを用いる手法では、広い範囲での検出を可能にするためには、ライトガイドの長さを長くする必要があり、システムが大掛かりなものになってしまう。これに対して本実施形態によれば、図 1 (A) に示すように、少ない占有面積の照射ユニットを配置するだけで、広い範囲での対象物の方向、位置等を検出することが可能になる。また本実施形態の光学式検出装置によれば、例えば表示エリアの 4 隅に光源部（照射ユニット）を配置する手法等に比べて、検出システムのコンパクト化を図れる。更に照射ユニットの配置数も例えば 1 個や 2 個で済むため、機器の設置の自由度も高くなる。また本実施形態では例えば図 1 (A) のように表示エリアの上側に照射ユニットを配置するだけで、対象物の方向、位置等を検出できるため、機器の設置も容易になる。また、表示エリアの 4 隅に光源部を配置する手法では、これらの 4 隅に配置される光源部の存在が、表示エリアへの画像表示の邪魔になってしまうおそれもあるが、本実施形態の光学式検出装置によればこのような事態も抑止できる。

【0082】

4. 位置検出手法

次に本実施形態の光学式検出装置を用いて対象物の位置を検出手法の一例について説明する。図 7 (A) は、光源部 L S 1、L S 2 の発光制御についての信号波形例である。信号 S L S 1 は、光源部 L S 1 の発光制御信号であり、信号 S L S 2 は、光源部 L S 2 の発光制御信号であり、これらの信号 S L S 1、S L S 2 は逆相の信号になっている。また信号 S R C は受光信号である。

【0083】

例えば光源部 L S 1 は、信号 S L S 1 が H レベルの場合に点灯（発光）し、L レベルの場合に消灯する。また光源部 L S 2 は、信号 S L S 2 が H レベルの場合に点灯（発光）し、L レベルの場合に消灯する。従って図 7 (A) の第 1 の期間 T 1 では、光源部 L S 1 と光源部 L S 2 が交互に点灯するようになる。即ち光源部 L S 1 が点灯している期間では、光源部 L S 2 は消灯する。これにより図 2 (A) に示すような照射光強度分布 L I D 1 が

形成される。一方、光源部 L S 2 が点灯している期間では、光源部 L S 1 は消灯する。これにより図 2 (B) に示すような照射光強度分布 L I D 2 が形成される。

【0084】

このように図 1 の制御部 60 は、第 1 の期間 T 1 において、光源部 L S 1 と光源部 L S 2 を交互に発光（点灯）させる制御を行う。そしてこの第 1 の期間 T 1 において、光学式検出装置（照射ユニット）から見た対象物の位置する方向が検出される。具体的には、例えば上述した式（6）、（7）のように $G_a / G_b = 1$ になると共に制御量 I_a と I_b の和が一定になるような発光制御を、第 1 の期間 T 1 において行う。そして図 3 (B) に示すように対象物 O B の位置する方向 D D B を求める。例えば上式（10）、（11）から減衰係数の比 f_a / f_b を求め、図 3 (A)、図 3 (B) で説明した手法により対象物 O B の位置する方向 D D B を求める

10

そして第 1 の期間 T 1 に続く第 2 の期間 T 2 では、受光部 R U での受光結果に基づいて対象物 O B までの距離（方向 D D B に沿った方向での距離）を検出する。そして、検出された距離と、対象物 O B の方向 D D B とに基づいて、対象物の位置を検出する。即ち図 3 (B) において、光学式検出装置の配置位置 P E から対象物 O B までの距離と、対象物 O B の位置する方向 D D B を求めれば、図 1 (A)、図 1 (B) の X Y 平面での対象物 O B の X、Y 座標位置を特定できる。このように、光源の点灯タイミングと受光タイミングの時間のずれから距離を求め、これと角度結果を併せることで、対象物 O B の位置を特定できる。

【0085】

20

具体的には図 7 (A) では、発光制御信号 S L S 1、S L S 2 による光源部 L S 1、L S 2 の発光タイミングから、受光信号 S R C がアクティブになるタイミング（反射光を受光したタイミング）までの時間 Δt を検出する。即ち、光源部 L S 1、L S 2 からの光が対象物 O B に反射されて受光部 R U で受光されるまでの時間 Δt を検出する。この時間 Δt を検出することで、光の速度は既知であるため、対象物 O B までの距離を検出できる。即ち、光の到達時間のずれ幅（時間）を測定し、光の速度から距離を求める。

【0086】

なお、光の速度はかなり速いため、電気信号だけでは単純な差分を求めて時間 Δt を検出することが難しいという問題もある。このような問題を解決するためには、図 7 (B) に示すように発光制御信号の変調を行うことが望ましい。ここで図 7 (B) は、制御信号 S L S 1、S L S 2 の振幅により光の強度（電流量）を模式的に表している模式的な信号波形例である。

30

【0087】

なお、光の速度はかなり速いため、電気信号だけでは単純な差分を求めて時間 Δt を検出することが難しいという問題もある。このような問題を解決するためには、図 7 (B) に示すように発光制御信号の変調を行うことが望ましい。ここで図 7 (B) は、制御信号 S L S 1、S L S 2 の振幅により光の強度（電流量）を模式的に表している模式的な信号波形例である。

具体的には図 7 (B) では、例えば公知の連続波変調の T O F (Time Of Flight) 方式で距離を検出する。この連続波変調 T O F 方式では、一定周期の連続波で強度変調した連続光を用いる。そして、強度変調された光を照射すると共に、反射光を、変調周期よりも短い時間間隔で複数回受光することで、反射光の波形を復調し、照射光と反射光との位相差を求めることで、距離を検出する。なお図 7 (B) において制御信号 S L S 1、S L S 2 のいずれか一方に対応する光のみを強度変調してもよい。また図 7 (B) のようなクロック波形ではなく、連続的な三角波や S i n 波で変調した波形であってもよい。また、連続変調した光としてパルス光を用いるパルス変調の T O F 方式で、距離を検出してもよい。距離検出手法の詳細については例えば特開 2009-8537 号などに開示されている。

40

【0088】

図 8 に本実施形態の変形例を示す。図 8 では第 1、第 2 の照射ユニット E U 1、E U 2 が設けられる。これらの第 1、第 2 の照射ユニット E U 1、E U 2 は、対象物 O B の検出領域 R D E T の面に沿った方向において所与の距離 D S だけ離れて配置される。即ち図 1 (A)、図 1 (B) の X 軸方向に沿って距離 D S だけ離れて配置される。

【0089】

第 1 の照射ユニット E U 1 は、照射方向に応じて強度が異なる第 1 の照射光を放射状に

50

出射する。第2の照射ユニットE U 2は、照射方向に応じて強度が異なる第2の照射光を放射状に出射する。受光部R Uは、第1の照射ユニットE U 1からの第1の照射光が対象物O Bに反射されることによる第1の反射光と、第2の照射ユニットE U 2からの第2の照射光が対象物O Bに反射されることによる第2の反射光を受光する。そして検出部50は、受光部R Uでの受光結果に基づいて、対象物O Bの位置P O Bを検出する。

【0090】

具体的には検出部50は、第1の反射光の受光結果に基づいて、第1の照射ユニットE U 1に対する対象物O Bの方向を第1の方向D D B 1（角度 $\theta 1$ ）として検出する。また第2の反射光の受光結果に基づいて、第2の照射ユニットE U 2に対する対象物O Bの方向を第2の方向D D B 2（角度 $\theta 2$ ）として検出する。そして検出された第1の方向D D B 1（ $\theta 1$ ）及び第2の方向D D B 2（ $\theta 2$ ）と、第1、第2の照射ユニットE U 1、E U 2の間の距離D Sとに基づいて、対象物O Bの位置P O Bを求める。

10

【0091】

図8の変形例によれば、図7（A）、図7（B）のように光学式検出装置と対象物O Bとの距離を求めなくても、対象物O Bの位置P O Bを検出できるようになる。

【0092】

また図8の変形例では、受光部R Uを、照射ユニットE U 1、E U 2から等距離（略等距離の場合を含む）の位置に配置することが望ましい。具体的には照射ユニットE U 1の配置位置P E 1から受光部R Uの配置位置（代表位置、中心位置）までの第1の距離と、照射ユニットE U 2の配置位置P E 2から受光部R Uの配置位置までの第2の距離とが等距離（略等距離）になるように、受光部R Uを配置する。このような左右対称の配置にすれば、照射ユニットE U 1からの照射光と照射ユニットE U 2からの照射光との差分が単調性を持つようになる。従って、これらの照射光が対象物で反射することによる反射光を受光部R Uが受光して対象物の座標を検出する場合に、受光部R Uでの受光量の検出分解能を最大限に利用することが可能になり、座標検出精度を向上できる。

20

【0093】

5. 照射方向の規制

さて、図1（B）に示すような検出領域R D E Tを設定して、ユーザーの指等の対象物を検出する場合に、照射ユニットE Uからの照射光が、図1（B）のZ方向において広がった光になってしまうと、誤った検出が行われてしまうおそれがある。即ち、検出対象がユーザーの指であるのに、ユーザーの体の方を検出してしまうおそれがある。例えば図1（A）において、ユーザーの体がスクリーン20の方に近づいただけで、検出領域R D E Tに、検出対象であるユーザーの指が存在すると誤検出されてしまうおそれがある。

30

【0094】

そこで本実施形態の光学式検出装置では、照射光の照射方向を、対象物の検出領域R D E Tの面（X Y平面に平行な面）に沿った方向に規制する照射方向規制部（照射方向制限部）を設けている。具体的には図9（A）では、この照射方向規制部はスリットS Lにより実現されている。このスリットS Lは、検出領域R D E Tの面に沿った第1のスリット面S F L 1と第2のスリット面S F L 2を有する。このように本実施形態では、光学式検出装置の筐体H Sに対して、照射方向に開口するスリットS Lを設けることで、光学式検出装置の照射方向規制部を実現している。

40

【0095】

このようなスリットS Lを設ければ、ライトガイドL Gからの光は、スリット面S F L 1、S F L 2に沿った方向に規制される。これにより、図1（B）において照射ユニットE Uから出射される照射光が、X、Y平面に平行な光になるように規制できる。従って、検出領域R D E Tへの照射光が、Z方向に広がってしまう事態を防止でき、ユーザーの体がスクリーン20に近づいた場合に、ユーザーの体を指やタッチペンなどの対象物であると誤検出してしまう事態を防止できる。従って、Z方向の位置を検出する装置を設けなくても、対象物の適正な位置検出を実現できるようになる。

【0096】

50

また図 9 (B) では、スリット面 S F L 1、S F L 2 に対して凹部が形成されている。即ち図 9 (A) ではスリット面 S F L 1、S F L 2 は平らな形状になっているが、図 9 (B) では、スリット面 S F L 1、S F L 2 は平らな形状になっておらず、くぼみが形成されている。このような凹部を設けることでスリット面 S F L 1、S F L 2 での表面反射を抑制することが可能になり、X Y 平面に対して、より平行な光の照射光を検出領域 R D E T に対して出射できるようになる。

【0097】

なおスリット面 S F L 1、S F L 2 の表面に対して例えば無反射塗装などの加工を施すことで、凹部と同様の機能を実現することも可能である。また図 9 (A)、図 9 (B) では、照射光の Z 方向でのブレを規制する照射方向規制部をスリット S L により実現する場合について示しているが、例えばルーバフィルムなどの光学シートを用いて、照射方向規制部を実現してもよい。例えば図 2 (A) のルーバフィルム L F は、ライトガイド L G からの出射光の光指向の方向を法線方向に規制する機能を有する。従って、スリット S L による照射方向規制部の機能と同様の機能を実現するためには、ライトガイド L G からの光の出射方向を、図 1 (B) の X Y 平面に平行な方向に規制する配置構成のルーバフィルムを設ければよい。

【0098】

6. 照射ユニットの詳細な構造例

次に本実施形態の光学式検出装置の照射ユニットの詳細な構造例について図 10 ~ 図 12 を用いて説明する。図 10 ~ 図 12 は図 4 で説明した照射ユニットの詳細な構造を説明する図である。

【0099】

図 10 は照射ユニット E U (E U 1、E U 2) をスリット S L の開口側から見た斜視図である。この照射ユニット E U は、扇形状の筐体 100、110 により構成される。図 11 は、照射ユニット E U を構成する扇形状の筐体 100、110 を分離して、筐体 100、110 をその内側面から見た斜視図である。図 12 は、筐体 100 を図 11 の J 1 方向から見た斜視図である。図 10、図 11、図 12 に示すように、照射ユニット E U は、扇形状の筐体 100、110 を、その内側面同士が対向するように重なり合わせた構成になっている。

【0100】

図 11、図 12 に示すように、筐体 100 の内側面には円弧状の溝部 102、104 が形成され、筐体 110 の内側面にも円弧状の溝部 112、114 が形成されている。102、112 は内周側に形成される溝部であり、104、114 は外周側に形成される溝部である。このような溝部 102、104、112、114 を筐体 100、102 に形成することで、図 9 (B) で説明したスリット面 S F L 1、S F L 2 の凹部が実現される。

【0101】

図 11、図 12 に示すように、ライトガイド L G は、溝部 102 の内周側に配置される。またライトガイド L G の外周側には照射方向設定部 L E (プリズムシート、ルーバフィルム等) が配置される。ライトガイド L G の内周側には反射シート R S が設けられる。このような配置構成にすることで、ライトガイド L G の外周側から出射された照射光が、照射方向設定部 L E により法線方向にその方向が設定されて、照射ユニット E U のスリット S L から出射されるようになる。この際に、溝部 102、104、112、114 により実現される照射方向規制部により、照射光の照射方向が、図 1 (B) の検出領域 R D E T の面 (X Y 平面に平行な面) に沿うように規制されるようになる。

【0102】

図 13 (A)、図 13 (B) は、図 11 の J 2 に示す部分の詳細な構造を説明する図である。

【0103】

図 13 (A) に示すように、F P C (フレキシブルプリント基板) に設けられる光源部 L S (L S 1、L S 2) からの光はライトガイド L G の光入射面に入射される。ライトガ

10

20

30

40

50

イド L G の内周側には反射シート R S が設けられ、外周側には、拡散シート D F S が設けられる。拡散シート D F S の外周側にはプリズムシート P S 1 が設けられ、P S 1 の外周側にはプリズムシート P S 2 が設けられ、P S 2 の外周側にはルーバーフィルム L F が設けられる。また図 1 3 (B) に示すように、プリズムシート P S 1 と P S 2 は、その稜線が直交するように配置される。

【 0 1 0 4 】

図 1 3 (A)、図 1 3 (B) において、拡散シート D F S により、ライトガイド L G の外周側から出射した光の表面輝度が均一化される。即ち、拡散シート D F S を通ることで、出射光が均一な輝度の拡散光になる。

【 0 1 0 5 】

プリズムシート P S 1、P S 2 は、拡散シート D F S の外周側から出射される光を、ライトガイド L G の内周側から外周側に向かう方向 D N (法線方向) に集光する機能を有する。即ち、拡散シート D F S で表面輝度の均一化を図った後に、プリズムシート P S により方向 D N に光を集光させて、輝度を向上させる。

【 0 1 0 6 】

ルーバーフィルム L F は、プリズムシート P S 1、P S 2 の外周側から出射される低視角光を遮断する格子状の遮光部材である。ルーバーフィルム L F を設けることで、方向 D N に沿った光はルーバーフィルム L F を通過して照射ユニット E U から外周側に射出されるようになる一方で、低視角光は遮断されるようになる。

【 0 1 0 7 】

図 1 4 (A) にプリズムシート P S (P S 1、P S 2) の例を示す。プリズムシート P S のプリズム面 2 0 0 は例えばアクリル系樹脂層 2 0 0 で形成され、基板 2 0 2 は例えばポリエステルフィルム層 2 0 2 で形成される。

【 0 1 0 8 】

図 1 4 (B)、図 1 4 (C) に拡散シート D F S の例を示す。この拡散シート D F S は、ベースフィルム 2 1 0 (P E T) に対してバインダ 2 1 4 と共にビーズ 2 1 2 を塗布することで形成される。これにより図 1 4 (C) に示すような凹凸の表面を有する拡散シート D F S を形成できる。

【 0 1 0 9 】

図 1 5 は、プリズムシート P S、ルーバーフィルム L F 等で実現される照射光設定部 L E の機能について説明するための図である。

【 0 1 1 0 】

図 1 5 に示すようにライトガイド L G 内を光源光が全反射で導光される場合に、ライトガイド L G の例えば内周側にシルク印刷方式等で表面加工を施すことで、光源光の一部がライトガイド L G の外周側から出射されるようになる。プリズム P S、ルーバーフィルム L F 等で実現される照射光設定部 L E は、このようにして出射された光の方向 D L 1、D L 2 を、方向 D N (法線方向) に向くように設定する。こうすることで、図 2 (A)、図 2 (B) のような照射強度分布 L I D 1、L I D 2 を形成することが可能になる。

【 0 1 1 1 】

7. 検出部

次に図 1 6 を用いて検出部 5 0 等の具体的な構成例について説明する。

【 0 1 1 2 】

駆動回路 7 0 は、光源部 L S 1 の発光素子 L E D A と光源部 L S 2 の発光素子 L E D B を駆動する。この駆動回路 7 0 は、可変抵抗 R A、R B とインバーター回路 I V (反転回路) を含む。可変抵抗 R A の一端及びインバーター回路 I V には、制御部 6 0 から矩形波形の駆動信号 S D R が入力される。可変抵抗 R A は、信号 S D R の入力ノード N 1 と、発光素子 L E D A のアノード側のノード N 2 の間に設けられる。可変抵抗 R B は、インバーター回路 I V の出力ノード N 3 と、発光素子 L E D B のアノード側のノード N 4 の間に設けられる。発光素子 L E D A はノード N 2 と G N D (V S S) の間に設けられ、発光素子 L E D B はノード N 4 と G N D の間に設けられる。

10

20

30

40

50

【0113】

そして駆動信号 SDR が H レベルである第 1 の発光期間 TA では、可変抵抗 RA を介して発光素子 LED A に電流が流れて、発光素子 LED A が発光する。これにより図 2 (A) に示すような照射光強度分布 LID1 が形成される。一方、駆動信号 SDR が L レベルである第 2 の発光期間 TB では、可変抵抗 RB を介して発光素子 LED B に電流が流れて、発光素子 LED B が発光する。これにより図 2 (B) に示すような照射光強度分布 LID2 が形成される。従って、図 7 (A) で説明したように、光源部 LS1、LS2 を交互に点灯させて、図 2 (A)、図 2 (B) の照射光強度分布 LID2、LID2 を、各々、第 1、第 2 の発光期間 TA、TB において形成できるようになる。即ち制御部 60 は、駆動信号 SDR を用いて光源部 LS1 と光源部 LS2 を交互に発光させて、照射強度分布 LID1 と照射強度分布 LID2 を交互に形成する制御を行う。

10

【0114】

受光部 RU は、フォトダイオード等により実現される受光素子 PHD と、電流・電圧変換用の抵抗 R1 を含む。そして第 1 の発光期間 TA では、発光素子 LED A からの光による対象物 OB の反射光が受光素子 PHD に入射されて、抵抗 R1 及び受光素子 PHD に電流が流れ、ノード N5 に電圧信号が発生する。一方、第 2 の発光期間 TB では、発光素子 LED B からの光による対象物 OB の反射光が受光素子 PHD に入射されて、抵抗 R1 及び受光素子 PHD に電流が流れ、ノード N5 に電圧信号が発生する。

【0115】

検出部 50 は、信号検出回路 52、信号分離回路 54、判定部 56 を含む。

20

【0116】

信号検出回路 52 (信号抽出回路) は、キャパシター CF と演算増幅器 OP1 と抵抗 R2 を含む。キャパシター CF は、ノード N5 の電圧信号の DC 成分 (直流成分) をカットするハイパスフィルタとして機能する。このようなキャパシター CF を設けることで、環境光に起因する低周波成分や直流成分をカットすることができ、検出精度を向上できる。演算増幅器 OP1 及び抵抗 R2 で構成される DC バイアス設定回路は、DC 成分カット後の AC 信号に対して DC バイアス電圧 ($V_B/2$) を設定するための回路である。

【0117】

信号分離回路 54 は、スイッチ回路 SW、キャパシター CA、CB、演算増幅器 OP2 を含む。スイッチ回路 SW は、駆動信号 SDR が H レベルになる第 1 の発光期間 TA では、信号検出回路 52 の出力ノード N7 を、演算増幅器 OP2 の反転入力側 (−) のノード N8 に接続する。一方、駆動信号 SDR が L レベルになる第 2 の発光期間 TB では、信号検出回路 52 の出力ノード N7 を、演算増幅器 OP2 の非反転入力側 (+) のノード N9 に接続する。演算増幅器 OP2 は、ノード N8 の電圧信号 (実効電圧) とノード N9 の電圧信号 (実効電圧) を比較する。

30

【0118】

そして制御部 60 は、信号分離回路 54 でのノード N8、N9 の電圧信号 (実効電圧) の比較結果に基づいて、駆動回路 70 の可変抵抗 RA、RB の抵抗値を制御する。判定部 56 は、制御部 60 での可変抵抗 RA、RB の抵抗値の制御結果に基づいて、対象物の位置の判定処理を行う。

40

【0119】

本実施形態では図 16 の検出部 50 等により、上述した式 (6)、(7) で説明した制御を実現する。即ち、第 1 の発光期間 TA での受光素子 PHD の検出受光量を Ga とし、第 2 の発光期間 TB での受光素子 PHD の検出受光量を Gb とすると、この検出受光量の比 G_a/G_b が 1 になるように、制御部 60 は、信号分離回路 54 での比較結果に基づいて可変抵抗 RA、RB の抵抗値を制御する。

【0120】

即ち制御部 60 は、光源部 LS1 が発光する第 1 の発光期間 TA における受光部 RU での検出受光量 Ga と、光源部 LS2 が発光する第 2 の発光期間 TB における受光部 RU での検出受光量 Gb とが等しくなるように、光源部 LS1、LS2 の発光制御を行う。

50

【0121】

例えば第1の発光期間TAでの検出受光量Gaの方が第2の発光期間TBでの検出受光量Gbよりも大きかった場合には、制御部60は、可変抵抗RAの抵抗値を大きくして、発光素子LEDAに流れる電流値が小さくなるように制御する。また可変抵抗RBの抵抗値を小さくして、発光素子LEDBに流れる電流値が大きくなるように制御する。これにより、第1の発光期間TAでの受光素子PHDの検出受光量Gaが小さくなる一方で、第2の発光期間TBでの受光素子PHDの検出受光量Gbが大きくなり、 $G_a/G_b = 1$ になるように制御される。

【0122】

一方、第2の発光期間TBでの検出受光量Gbの方が第1の発光期間TAでの検出受光量Gaよりも大きかった場合には、制御部60は、可変抵抗RAの抵抗値を小さくして、発光素子LEDAに流れる電流値が大きくなるように制御する。また、可変抵抗RBの抵抗値を大きくして、発光素子LEDBに流れる電流値が小さくなるように制御する。これにより、第1の発光期間TAでの受光素子PHDの検出受光量Gaが大きくなる一方で、第2の発光期間TBでの受光素子PHDの検出受光量Gbが小さくなり、 $G_a/G_b = 1$ になるように制御される。なお $G_a = G_b$ である場合には、可変抵抗RA、RBの抵抗値は変化させない。

【0123】

このようにすれば、対象物の位置において、図3(A)の強度INTaとINTbが等しくなるように、光源部LS1、LS2の発光素子LEDA、LEDBの放出光量が制御される。そして、このような発光制御が行われている際の可変抵抗RA、RBの抵抗値等に基づいて、上述した式(6)～(11)等で説明した手法により、対象物の位置を検出する。このようにすれば、環境光等の外乱光の影響を最小限に抑えることが可能になり、対象物の位置の検出精度を向上することが可能になる。

【0124】

なお本実施形態の発光制御手法は図16で説明した手法に限定されず、種々の変形実施が可能である。例えば図16の発光素子LEDBを参照用光源部の発光素子として用いる手法を採用してもよい。この参照用光源部は、例えば他の光源部(LS1、LS2、LS11～LS22)に比べて受光部RUから近い距離に配置されたり、受光部RUと同じ筐体内に配置されることで、周囲光(外乱光、対象物からの反射光等)の入射が規制されるように配置設定される光源部である。そして制御部60が、第1の期間において光源部LS1と図示しない参照用光源部を交互に発光させ、受光部RUでの検出受光量が等しくなるように、光源部LS1と参照用光源部の発光制御を行う。また第2の期間において第2の光源部LS2と参照用光源部を交互に発光させ、受光部RUでの検出受光量が等しくなるように、第2の光源部LS2と参照用光源部の発光制御を行う。このようにすれば、光源部LS1が発光する第1の発光期間での検出受光量と、第2の光源部LS2が発光する第2の発光期間での検出受光量とが、参照用光源部を介して実質的に等しくなるように、発光制御が行われるようになる。

【0125】

なお、以上のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また光学式検出装置、表示装置、電子機器の構成、動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

【符号の説明】

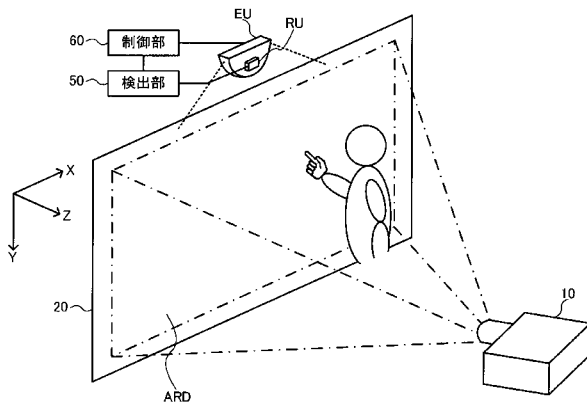
【0126】

EU 照射ユニット、RU 受光部、ARD 表示エリア、RDET 検出領域、
LG、LG1、LG2 ライトガイド、LS1、LS2 光源部、RS 反射シート、

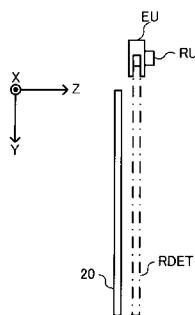
P S プリズムシート、L F ルーバーフィルム、L E 照射方向設定部、
 L T 照射光、L I D 1 第 1 の照射光強度分布、L I D 2 第 2 の照射光強度分布、
 S L スリット、S F L 1 第 1 のスリット面、S F L 2 第 2 のスリット面、
 1 0 画像投射装置、2 0 スクリーン、5 0 検出部、5 2 信号検出回路、
 5 4 信号分離回路、5 6 判定部、6 0 制御部、7 0 駆動回路

【図 1】

(A)

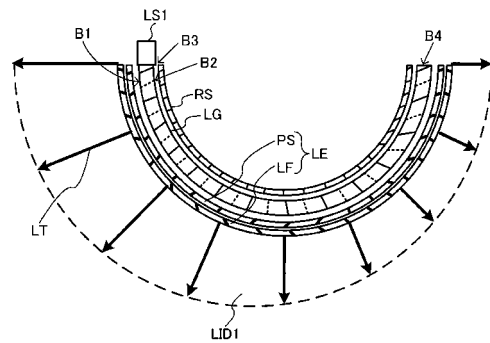


(B)

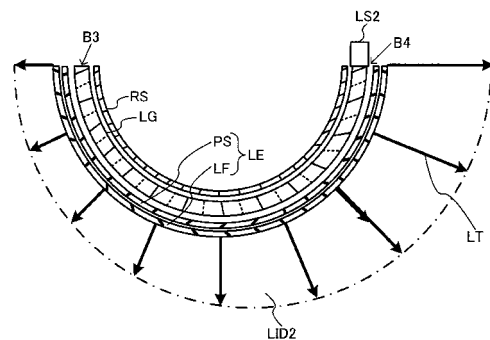


【図 2】

(A)

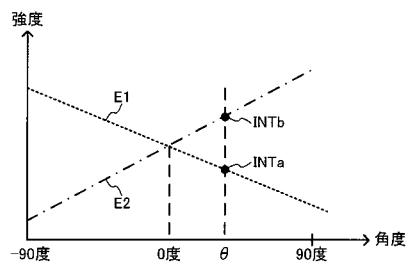


(B)

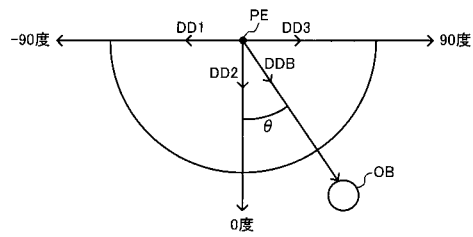


【図 3】

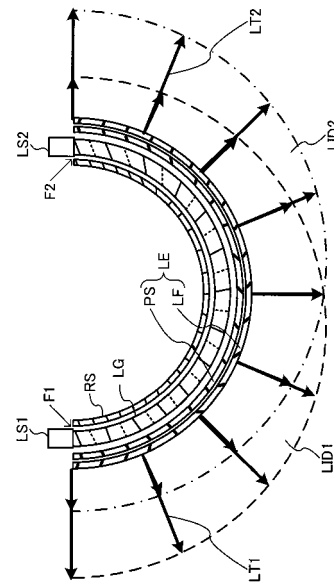
(A)



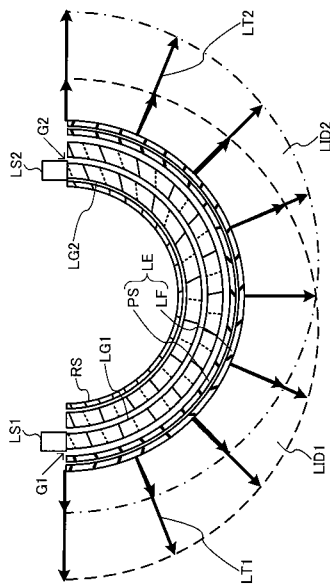
(B)



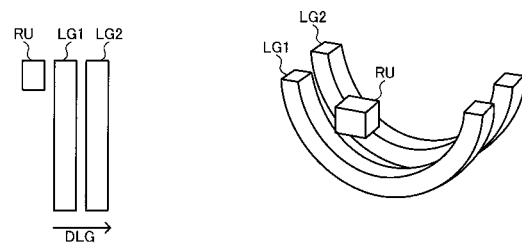
【図 4】



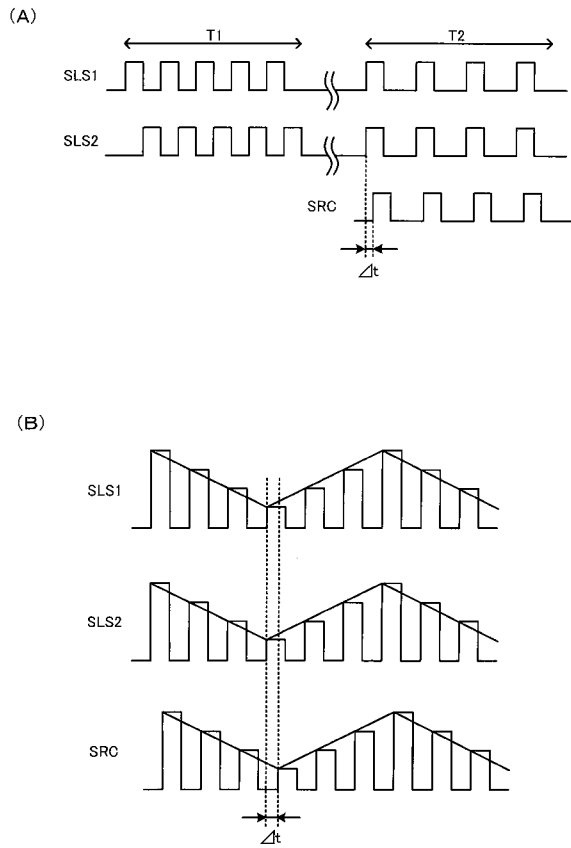
【図 5】



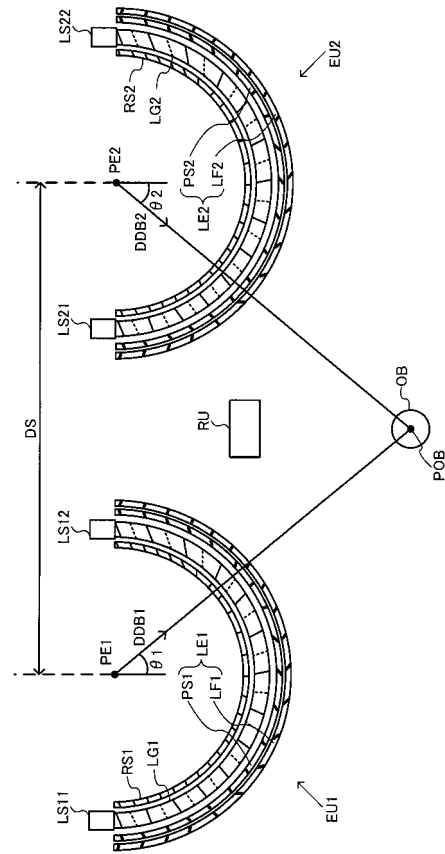
【図 6】



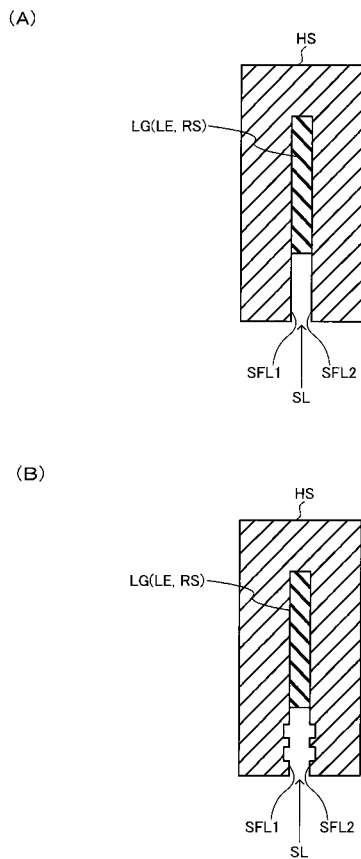
【図 7】



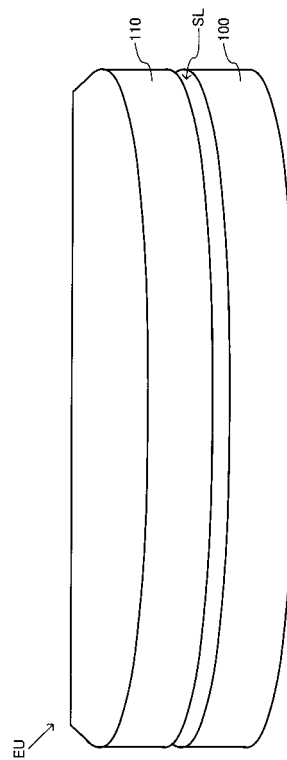
【図 8】



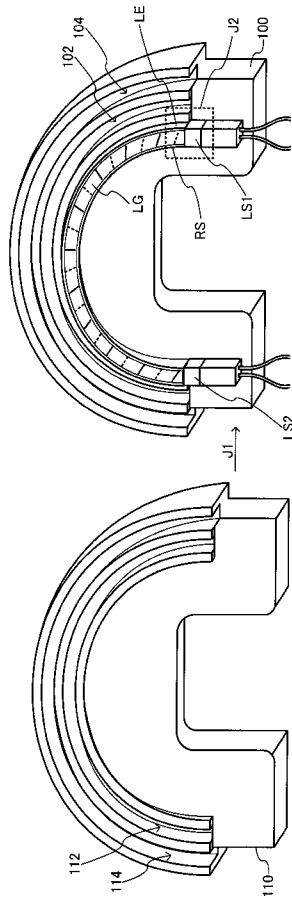
【図 9】



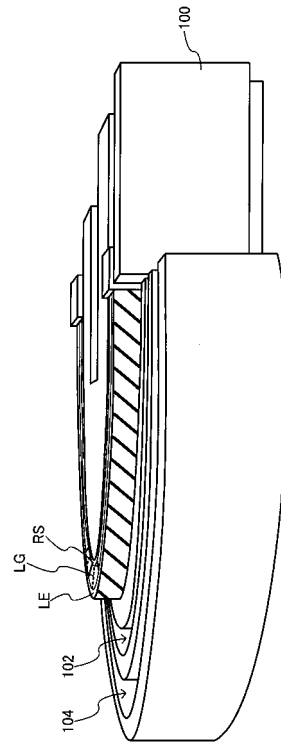
【図 10】



【図 1 1】

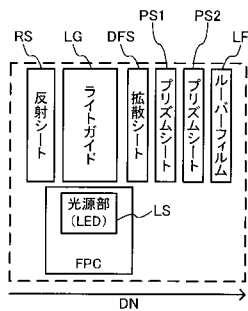


【図 1 2】

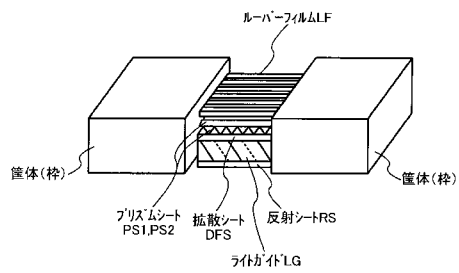


【図 1 3】

(A)

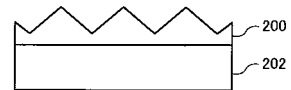


(B)

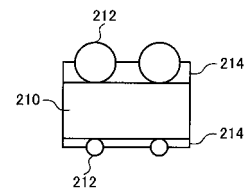


【図 1 4】

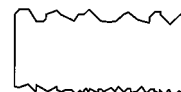
(A)



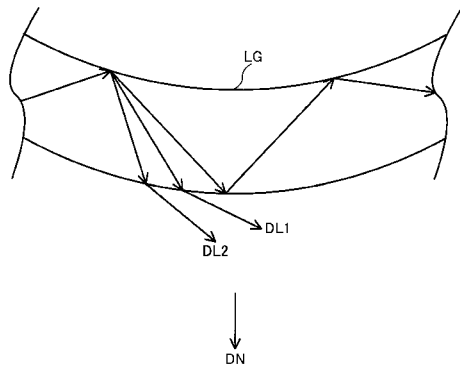
(B)



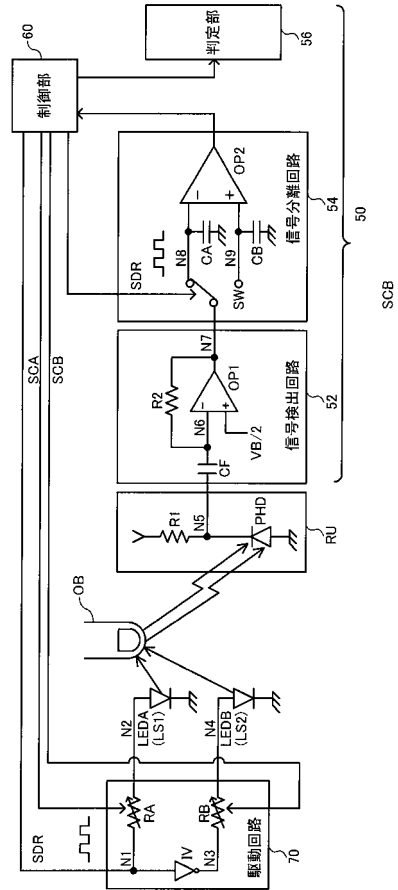
(C)



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA04 CC16 FF13 FF32 FF44 GG07 GG17 HH01 JJ18
LL01 LL28 LL47 LL49 NN02 NN08 QQ13 QQ25 SS13 SS14
UU01
2K103 AA05 AA07 AA16 AB10 BC19 BC38 BC42 BC50 CA53 CA54
5B068 AA01 BB18 BC05 BC07 BE03