

オプテックス・エフエー株式会社

よくわかる
光電センサ
ハンドブック



光電センサの基礎

オプテックス・エフエー株式会社
販売促進室 中島 俊孝

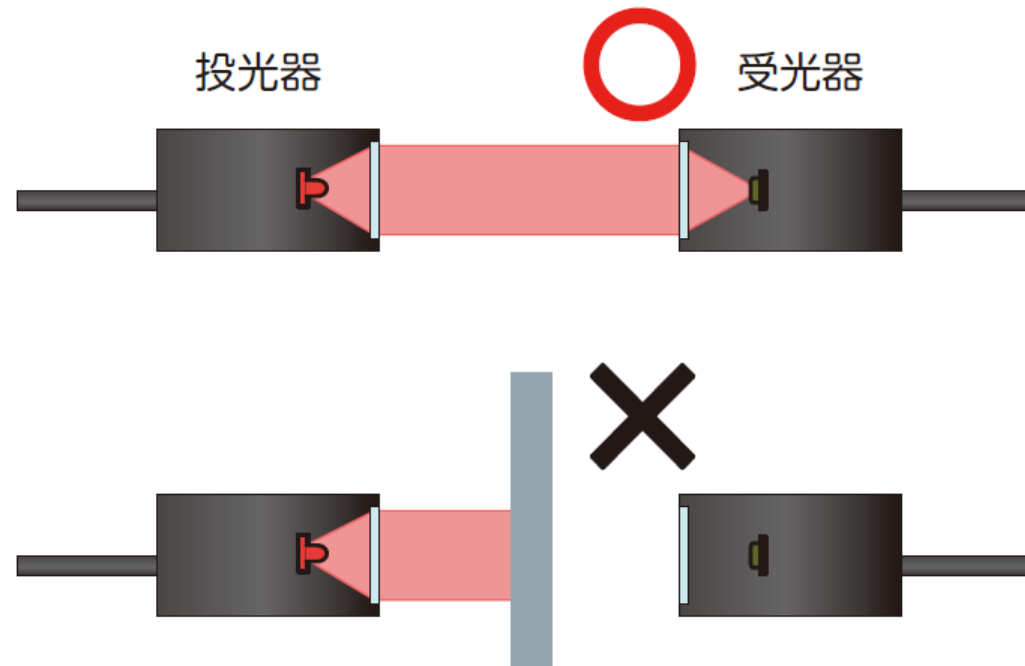


光電センサとは

光電センサとは、自ら投光した**光の受光量(遮光量)**により**非接触で検出対象の有無を検出**するセンサです。

光電センサの基本原理

下図では左のユニット(投光器)からの光を右のユニット(受光器)で受光すれば**ON**(○)、そうでなければ**OFF**(×)と判断しています。




※透過型での例

光電センサの特徴

- 非接触で検出
- 検出距離が長い
- 微小物体検出
- 高速応答
- ほとんどの物体を検出可能
- × 油やほこりなど、レンズの汚れに弱い





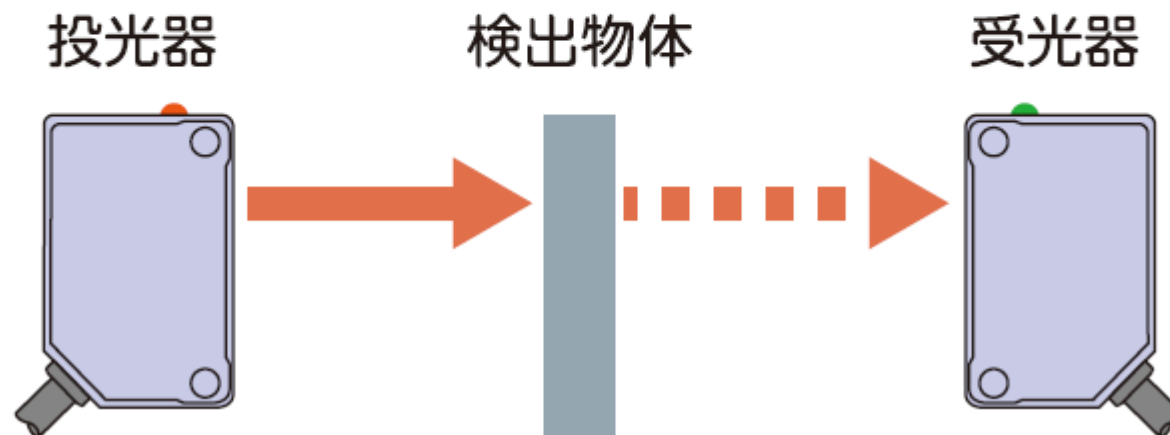
検出方式による分類

光電センサは検出方式により様々な種類があります。主要な検出方式について説明します。

透過型

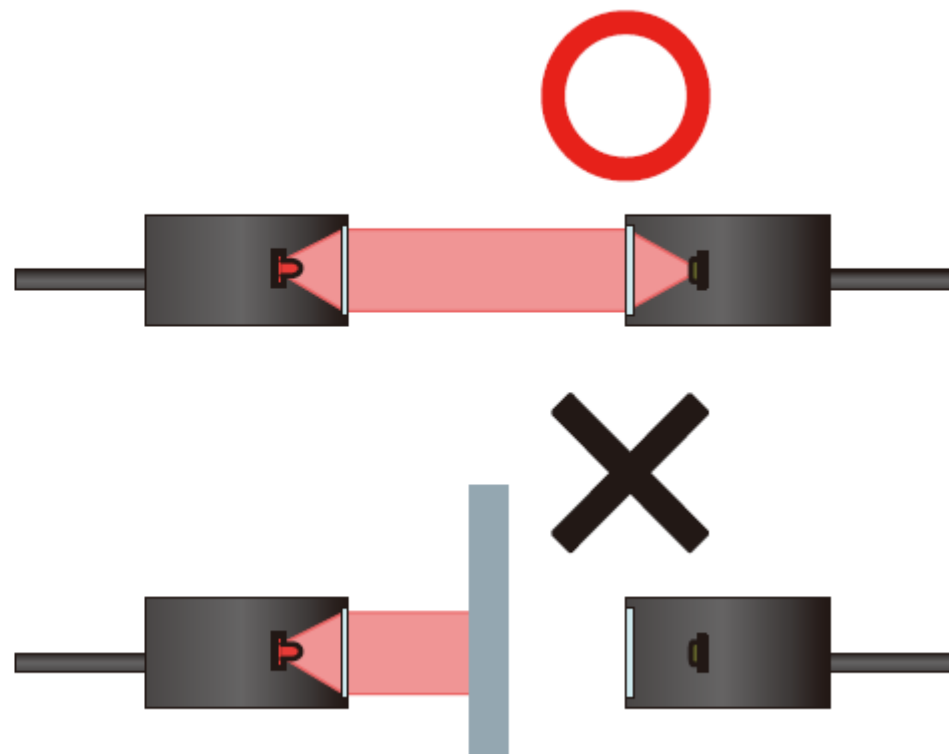
投光部分と受光部分が分離したタイプです。「光を遮ったか」どうかで検出するため、**検出対象の色や形状に関らず、安定して検出**できます。

透過型センサ



透過型の特徴

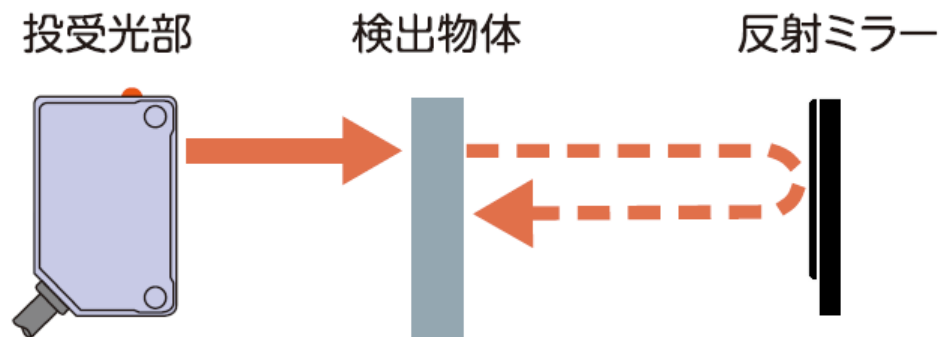
- 投光器からの光が受光器に入るか、検出物体で遮られるかで**ON(○)**/**OFF(×)**を切り替えます。
- 長距離検出できるのが特徴ですが、取付が2台分必要で、価格が多少高くなります。



回帰反射型（ミラー反射型/リフレクタ型）

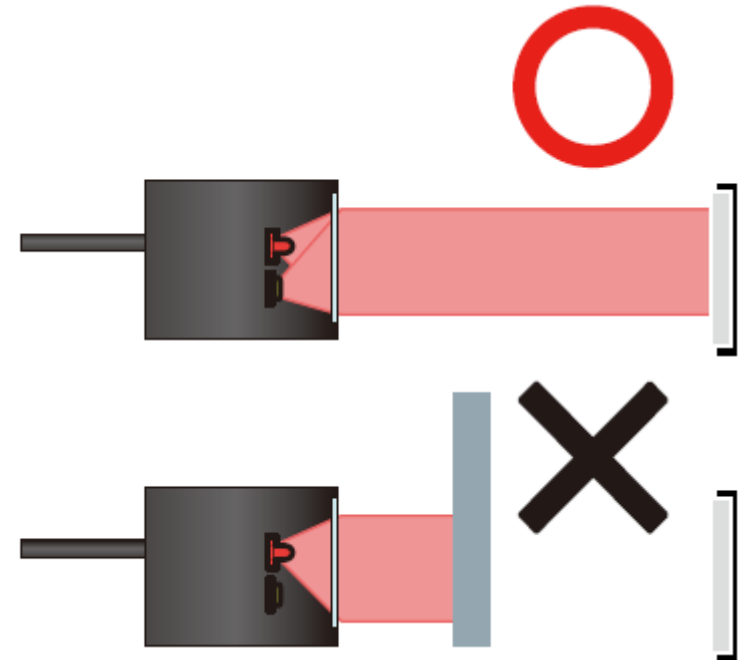
センサヘッド(投受光部)と、**反射ミラー**をワンセットで使用します。
センサとミラーの間を検出物体が遮ったことを認識するのは透過型と同じですが、センサが一つで済むため**配線が1台分で済みます**
(設置はセンサとミラーで二カ所必要)。

回帰反射型センサ



回帰反射型の特徴

- 透過型と同じで、投光部からの光が受光部に入るか、検出物体で遮られるかで**ON(○)**/**OFF(×)**を切り替えます。
- 周囲の反射などの影響を受けにくい
ため、安定した検出が可能です。



拡散反射型

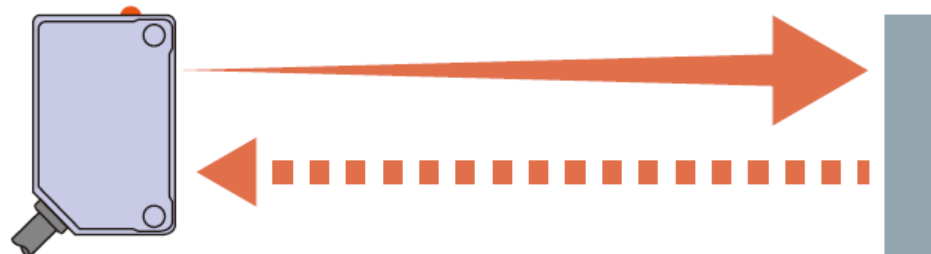
センサヘッド(投受光部)のみで使用します。

検出物体からの反射光の量で検出します。センサが一つで済むため
配線・設置が1台分で済みますが、対象物の反射状況は対象の色や傾き
で変化するため、安定検出しにくい場合があるので注意が必要です。

拡散反射型センサ

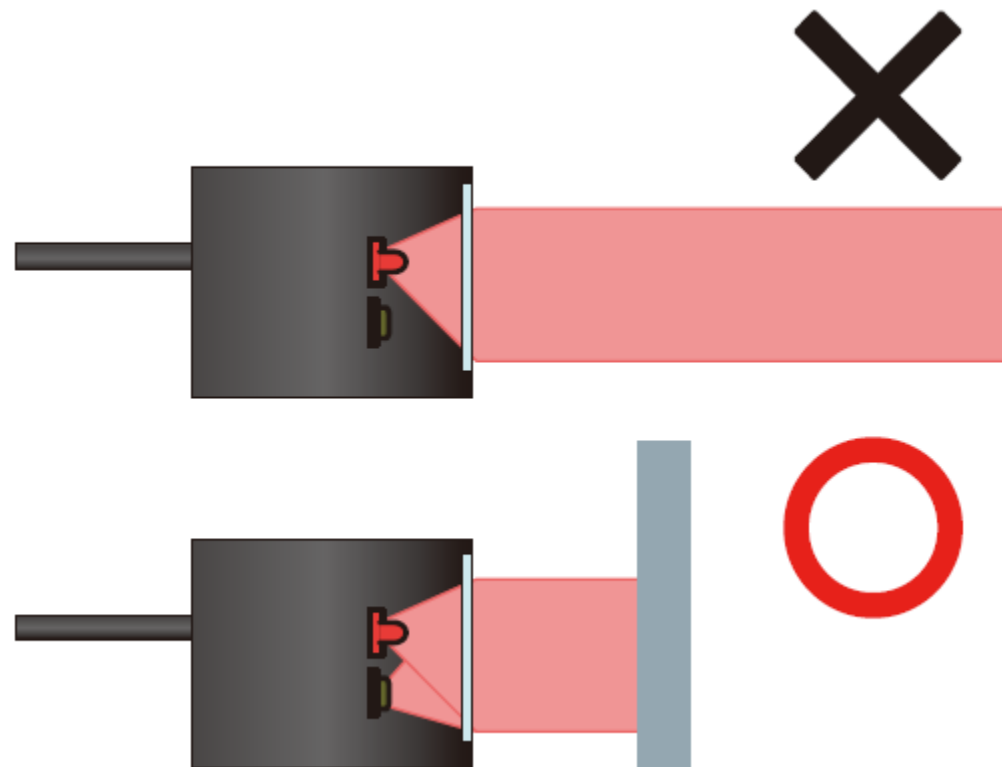
投受光部

検出物体



拡散反射型の特徴

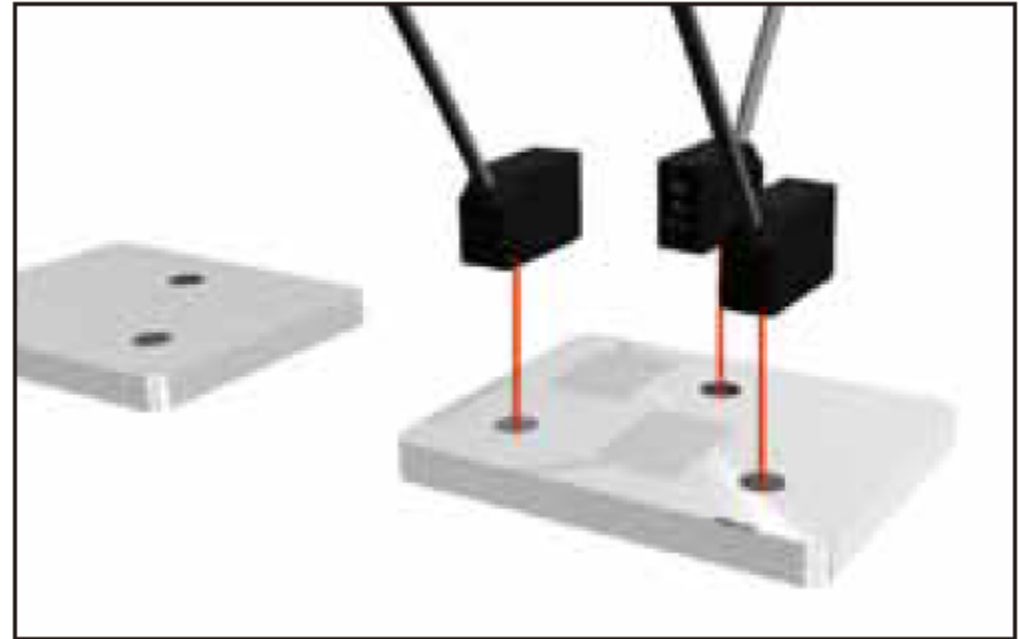
- 回帰反射型とは反対に、検出対象からの反射光を受け取ることで検出します。
- 設置は簡単ですが、反射光量は対象物の色・距離・傾き等によって異なるため、安定検出のためには、反射光量が安定しているかの検証が必要です。



拡散反射型のアプリケーション

金属部品の加工確認

金属部品の加工を確認します。穴加工があると反射がなくなること、加工の有無を確認できます。センサのみの取付けで完了するため、立ち上げが簡単にできます。





BGS型（距離設定型）

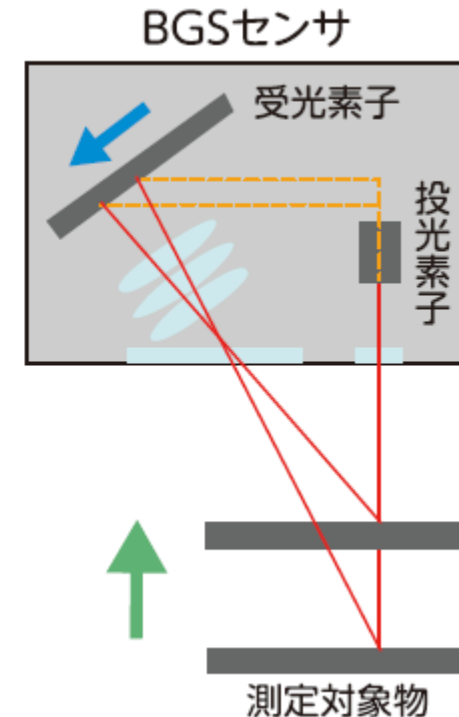
「光の量」ではなく「距離」でON/OFFを判定します。反射型の光電センサの欠点である「対象物の色」の影響をほとんど受けません。

ただし検出距離は拡散反射型に比べて短くなります。

BGSは「Background Suppression」の略で、「背景無視」と訳されます。

BGS型の測定方法

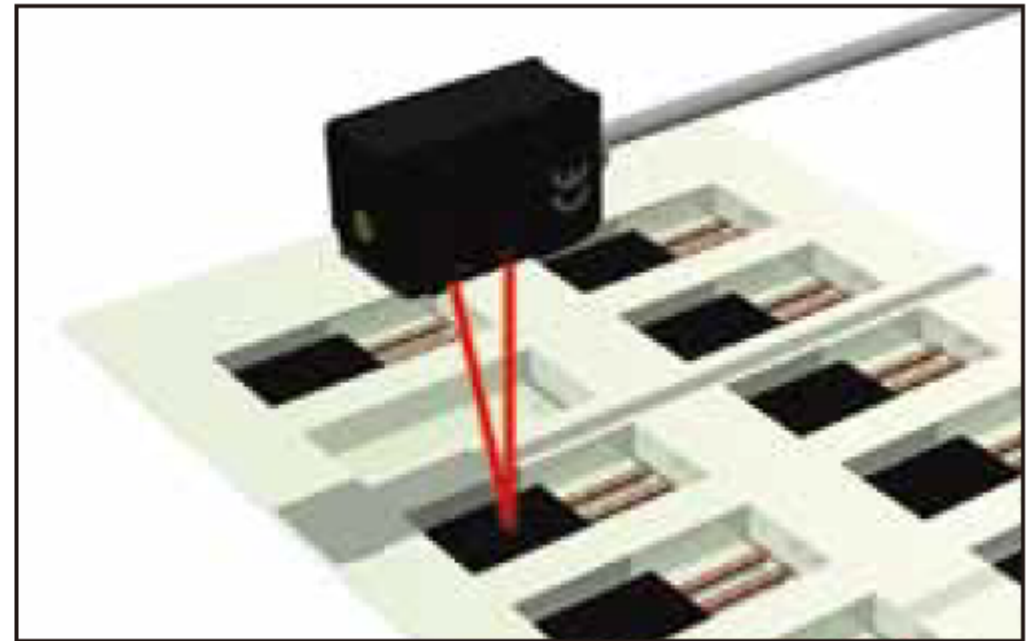
- 「投光素子」「受光素子」「測定対象物」で三角形を作り、測定対象物までの距離を求めます。
- 対象物の距離が変化する(緑↑)と、受光素子上の光の位置が変化します(青←)。つまり、受光素子上の光の位置から、対象物までの距離が測定できます。



BGS型のアプリケーション

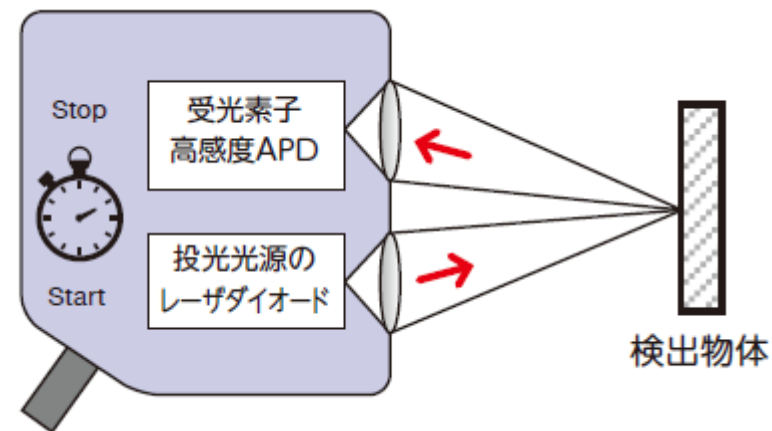
部品の有無確認

トレイ内の部品の有無を確認します。高さで検出することで、部品の色が変わっても再調整なしで検出可能です。



TOF型

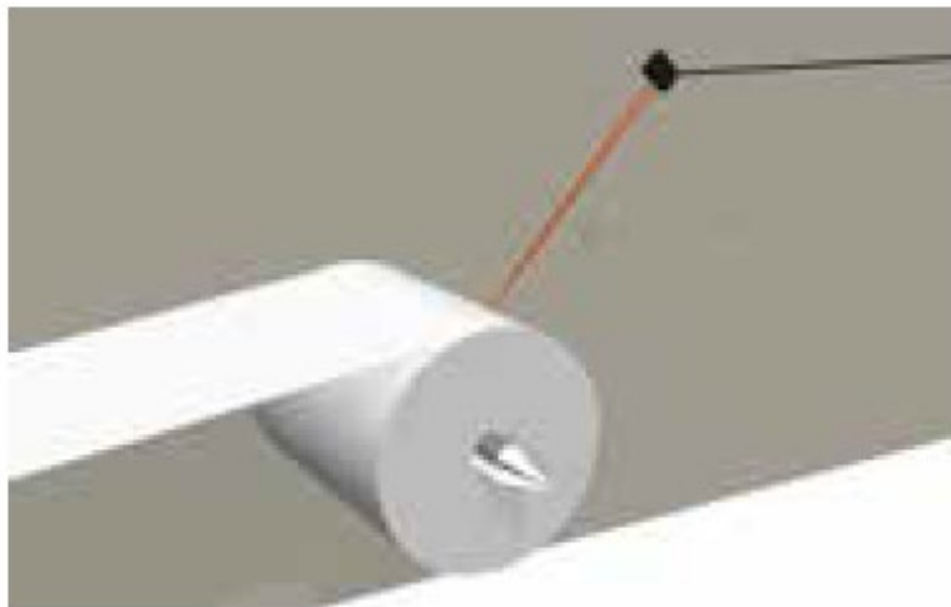
TOFとは「**Time-Of-Flight**」の頭文字で、センサからパルス投光されたレーザーがセンサ内の受光素子に戻ってくるまでの時間を計測し、その時間を距離に換算する測定方式です。



TOF型の特徴


同じく「距離」でON/OFFを判定するBGS型の三角測量方式は、短距離では高精度に検出可能ですが、長距離ではうっつな検出となります。TOF方式はBGSほど高精度ではありませんが、長距離でも精度があまり低下せず検出できます。

不織布の
残量測定



各方式の特徴の比較

	透過型	回帰反射型	拡散反射型	BGS型	TOF型
検出距離	◎	○	△	▲	○
設置工数・スペース	△	○	◎	◎	◎
配線工数	△	○	○	○	○
色による影響	◎	◎	▲	○	△
表面状態	◎	◎	▲	○	△
背景の影響	◎	◎	▲	○	△

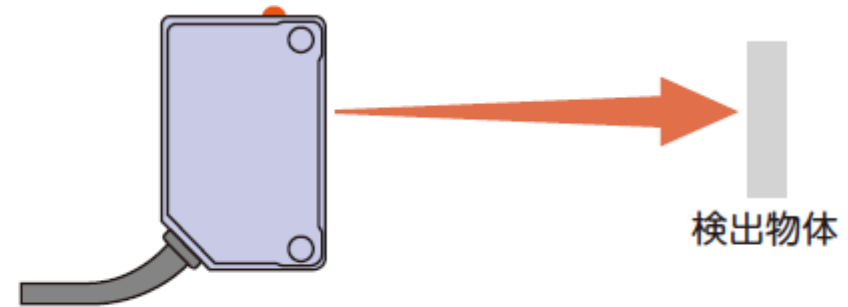


構成による分類

ここではユニット構成による分類でセンサをご紹介します。
光電センサは主に光学ユニットとアンプユニットで構成されます。

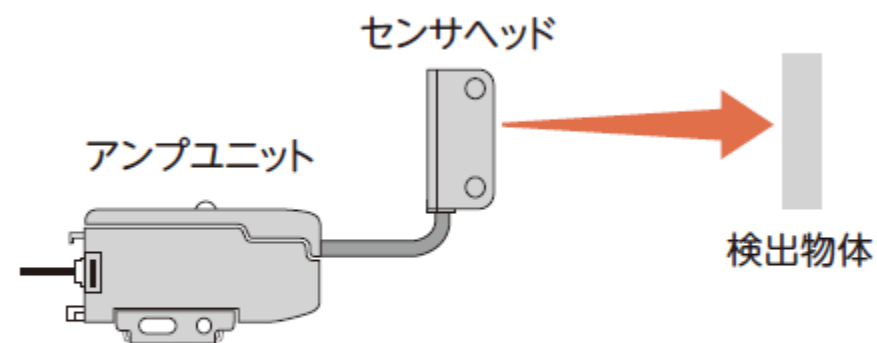
アンプ内蔵型

投光や受光を行う光学ユニットと、
判定・出力を行うアンプユニットが
一つにまとまったタイプです。
筐体一つで済むので、安価です。



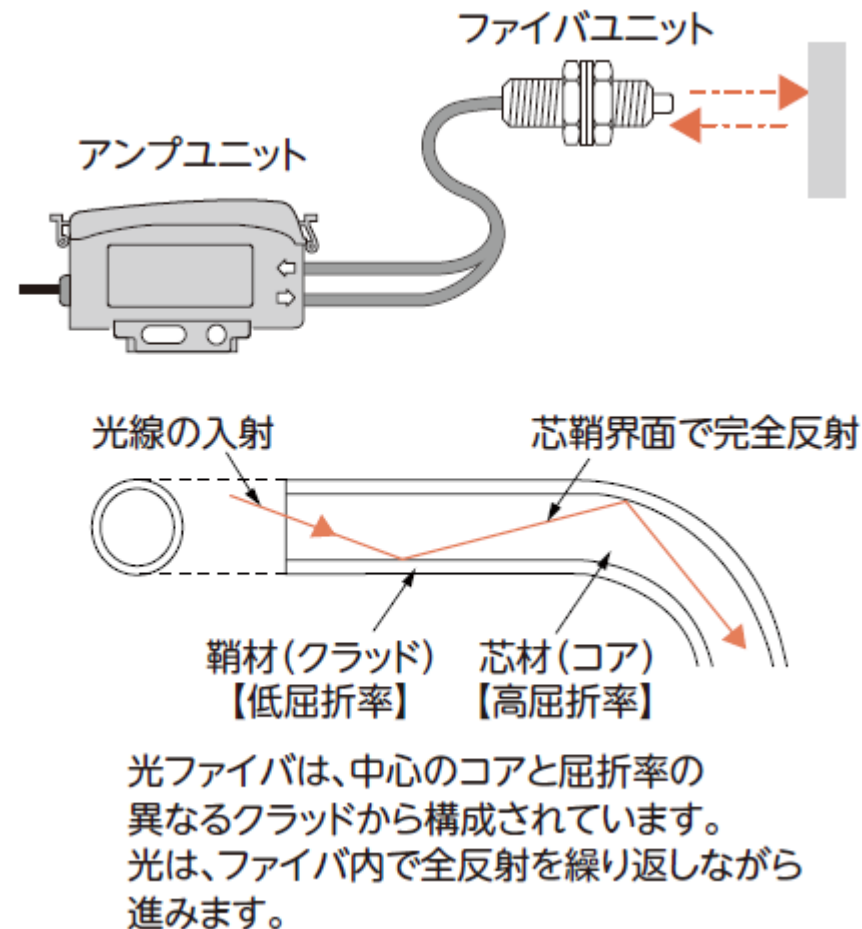
アンプ分離型


ヘッド(光学ユニットのみ)とアンプユニット(判定・出力を行う)に分離したタイプです。元々は小型化を目的として開発された製品ですが、ファイバセンサの高性能化により、最近ではレーザ光による長距離検出や高精度判別が主な用途になっています。



ファイバセンサ

アンプ分離型と同じくヘッド・アンプ部に分かれますが、**投光／受光素子がアンプユニット内にある**タイプです。アンプユニットから投光された光は、ファイバを通じてファイバユニットから照射されます。ファイバユニットには取付け部とレンズのみ(レンズのないタイプも多い)なので、非常に小型にできます。





光源による分類

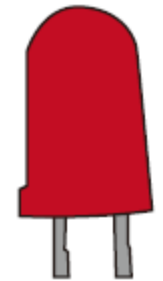
光電センサの光源は主に2種類あります。

LED(Light Emitting Diode)

レーザ(LD:Laser Diode)

LED (Light Emitting Diode)

投光ダイオード。**安価な**光源です。指向性が低く、パワーも弱いので、細かい部分の検出には向きません。



レーザ（LD : Laser Diode）

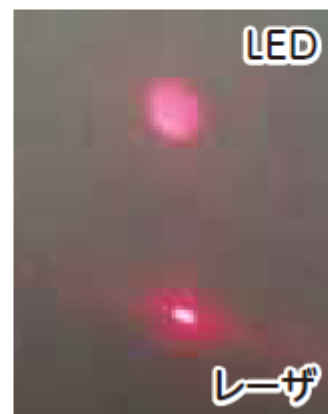
半導体レーザダイオード。**ハイパワー**の光源です。
指向性が高く明るいので、スポットを小さく絞ることで、**細かい部分の検出が可能**です。



レーザとLEDのスポットを
比較した写真です。

- レーザの方がスポットを小さく絞れます。
- 距離を離すとLEDの方が明るさの低下が大きくなります。

設置距離50mm時



設置距離300mm時



LEDとレーザの比較

	LEDタイプ	レーザタイプ
価格	◎(安い)	△
設置距離	○	◎(Max.70m*)
微小物体検出	△/◎(レンズ装着時)	◎(φ1mm程度*)
相互干渉	△	○
光の回り込み	△	○
光軸調整のしやすさ	△(長距離ではスポットが見えにくい場合がある)	◎
耐汚れ	△	○
耐久性(光量・温度)	◎	○

* オプテックス・エフエー製品での仕様。



専用センサ

用途に特化したセンサを専用センサと呼んでいます。

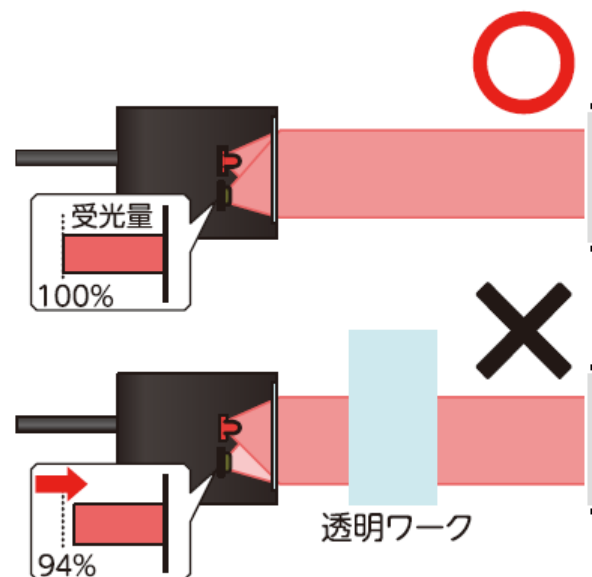
- 透明体検出型
- 限定反射型
- 色判別型

等があります。

専用センサ：透明体検出型

回帰反射型センサの一種です。ただし透明体は光が透過するため、通常の回帰反射型センサでは検出できません。そこで透明体検出用センサは、**応差距離を小さくすることで透明体を検出**できるようにしています。

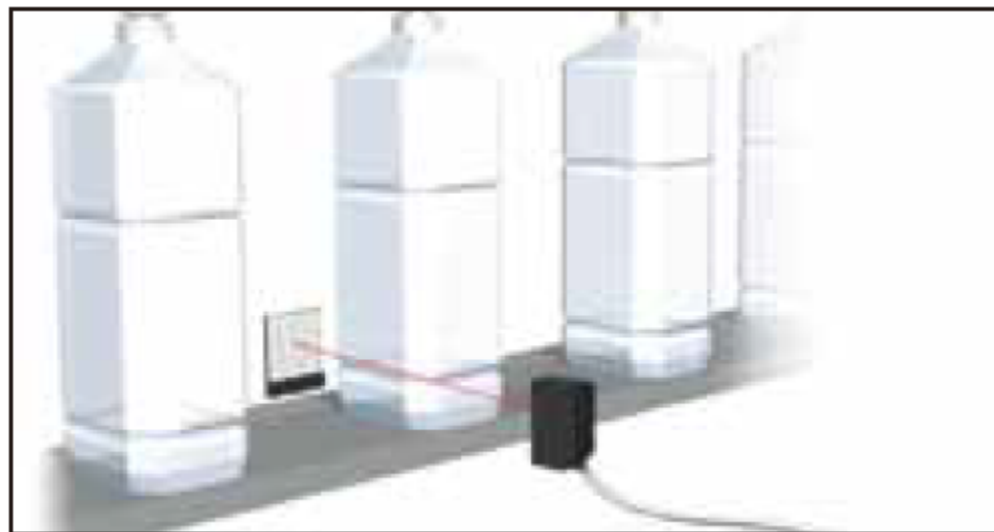
単純に応差距離を小さくするとチャタリング(ON/OFFの反復)しやすくなったり、ノイズで誤動作しやすくなったりするため、光学系や回路設計は透明体用に改良されています。



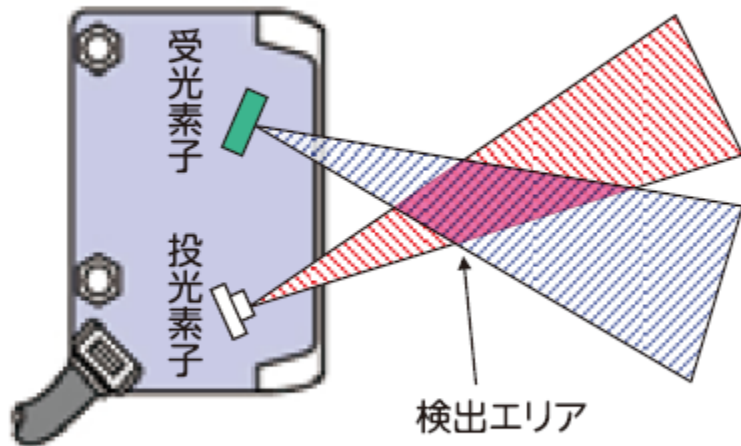
透明体検出型のアプリケーション

ペットボトルの通過検知

透明なボトルの通過検知を確実に行えます。光電や近接センサで検知できないガラスやボトルは、検出が困難です。しかもボトルの薄肉化でメカ的な検出も難しくなる中、安価な透明体検出センサの重要性が増しています。



専用センサ：限定反射型



反射式センサの一種ですが、光学系を工夫し**特定の検出エリアしか反応しない**ように設計されています。入り組んだ装置の中で、特定のエリアだけでワークの有無を見る場合に使われます。BGSセンサより精度が劣りますが、構造が単純なので安価です。またファイバセンサでは、構造上BGSにはできないのでこの方式が使われます。

限定反射型のアプリケーション

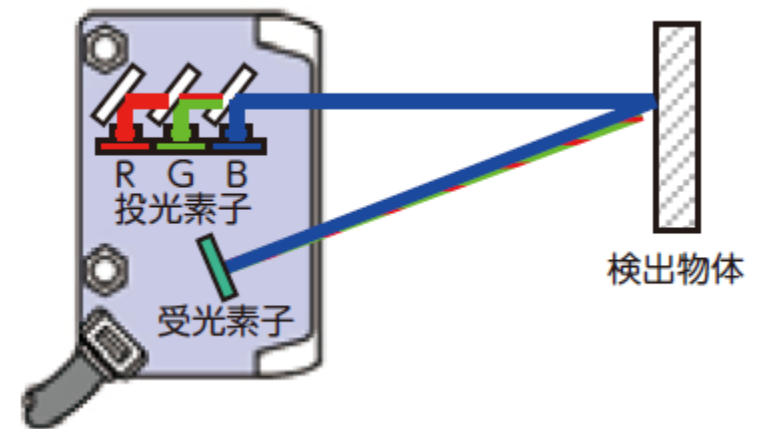
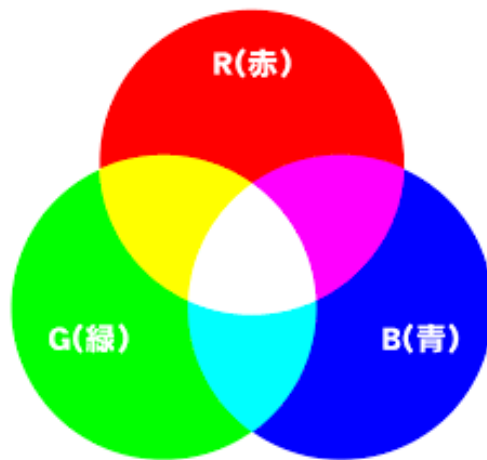
ウェハのノッチ検出

ウェハの有無を検出します。狭い装置の中でも、距離限定で検出することで背景を誤検知することがありません。



専用センサ：色判別型

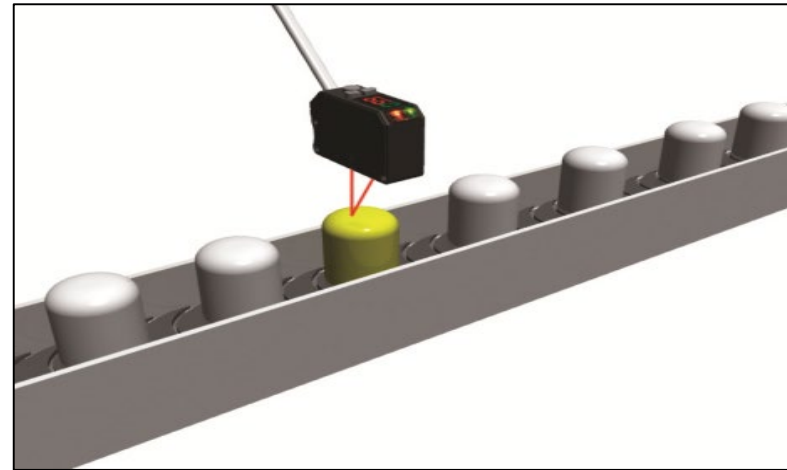
光の三原色である赤・青・緑のLEDを使用し、各色の反射光量から**測定対象の色を識別**します。用途に応じてモードを使い分けられます。



色判別型：カラーモード

光の三原色であるRGBを順番に投光して色を認識します。**様々な色**が来る場合に指定した色を高精度に検出します。

色による異品種混入検査



色判別型：マークモード

マークと下地でティーチング（2点ティーチング）すると、検出に最適な光源（投光色）をRGBの中から自動で選んで検出します。レジマーク検出など、**特定の色が来る場合に、**高速かつ安定して検出することが可能です。

チューブの
レジ・マーク色検出





センサ選定のポイント STEP 1

ワーク(検出対象)

色

色(反射率)と色のバラツキがないか？

大きさ

大きさと、ワークごとのバラツキがないか？

形状

傾き、形状のバラツキがないか？

光沢

- 光沢面か？
- 光沢面なら、周囲の外乱光が入る環境か？



センサ選定のポイント STEP 2

検出方法を考える

センサの方式を検討します。

通常は以下の順でより安定した検出が可能です。(左に行くほど安定する)

透過 \geq 回帰反射 > BGS/TOF > 拡散反射

センサ選定のポイント STEP 3

ラインスピード(応答時間)の確認

応答時間の計算方法

〈計算例〉

$$\text{応答時間} = \frac{\text{検出物の大きさ}}{\text{移動速度}}$$

周辺環境

温度

使用周囲温度外の環境では使用できません。
炉の中など、高温で使用する場合には耐熱
ファイバを使用します。

水・ホコリ

油

ノイズ



Good Thinking, Good Future

ご清聴ありがとうございました。

最後にアンケートのご協力お願いいたします。