

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
販売促進部 中島 俊孝

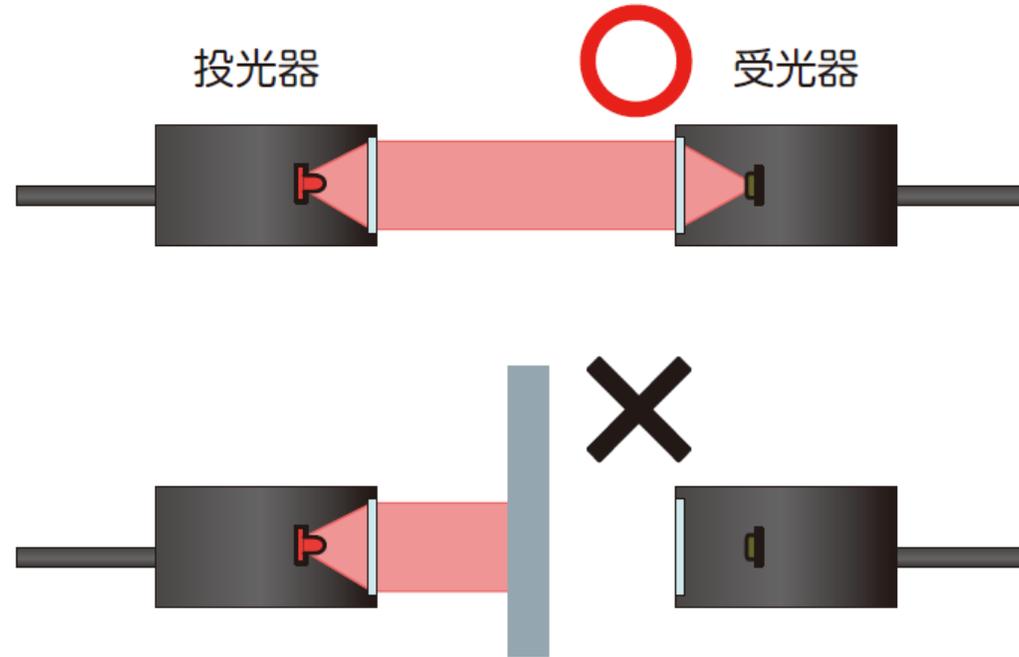


光電センサとは

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。

光電センサとは

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。



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





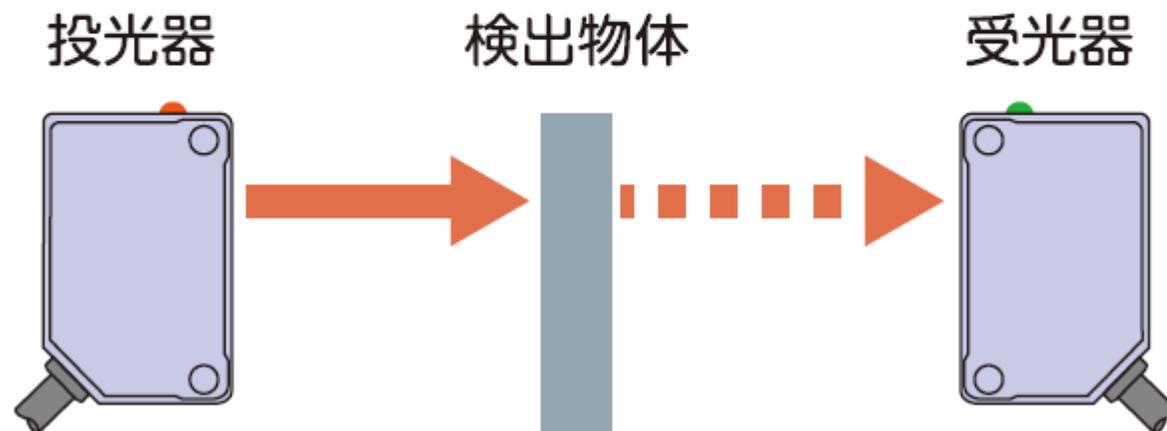
検出方式による分類

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

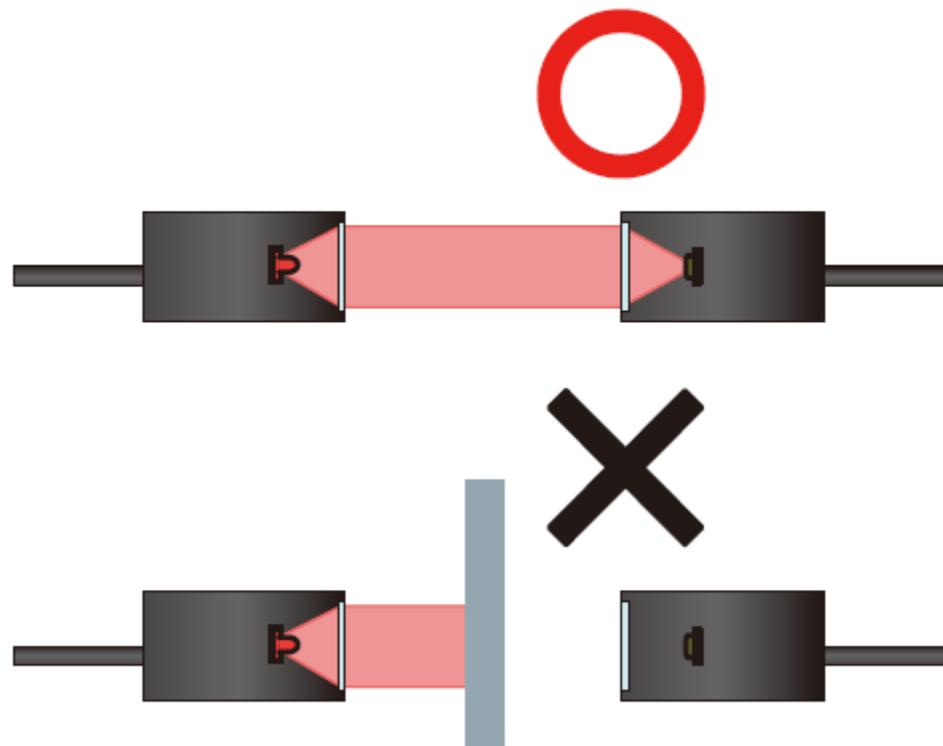
投光部分と受光部分が分離したタイプです。「光を遮ったか」どうかで検出するため、**検出対象の色や形状に関らず、安定して検出**できます。

透過型センサ



透過型の特徴

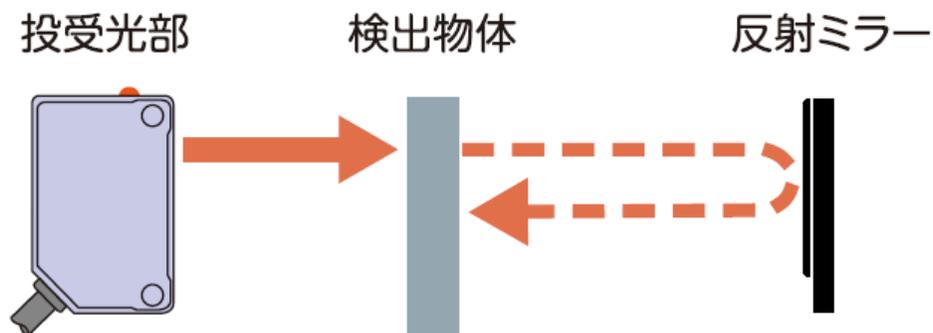
- 投光器からの光が受光器に入るか、検出物体で遮られるかで**ON(○)**/**OFF(×)**を切り替えます。
- 長距離検出できるのが特徴ですが、取付が2台分必要で、価格が多少高くなります。



回帰反射型（ミラー反射型/リフレクタ型）

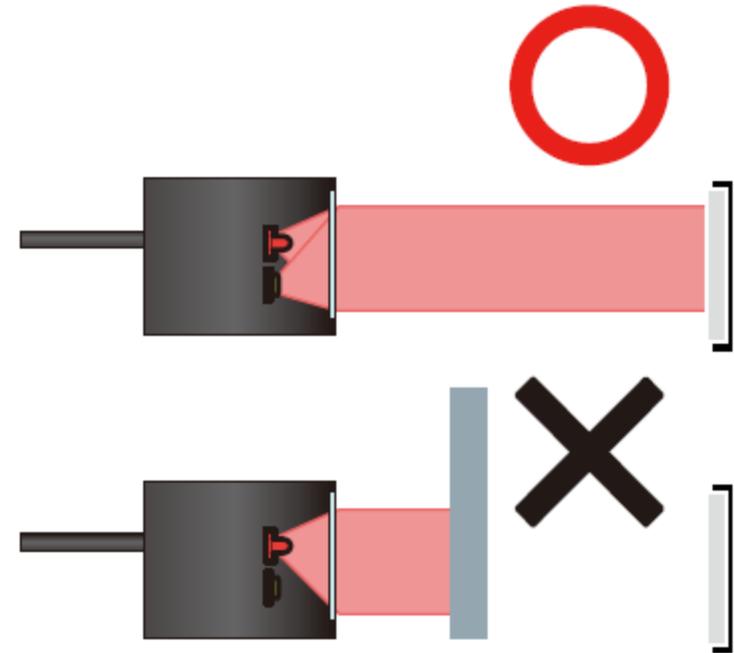
センサヘッド(投受光部)と、**反射ミラー**をワンセットで使用します。
センサとミラーの間を検出物体が遮ったことを認識するのは透過型と同じですが、センサが一つで済むため**配線が1台分で済みます**
(設置はセンサとミラーで二カ所必要)。

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(x)**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

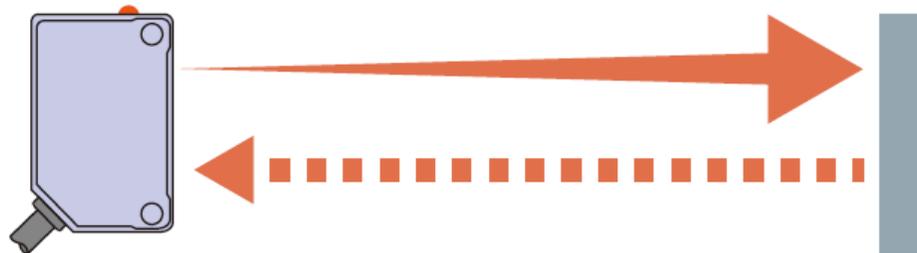
センサヘッド(投受光部)のみで使用します。

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りますので注意が必要です。

拡散反射型センサ

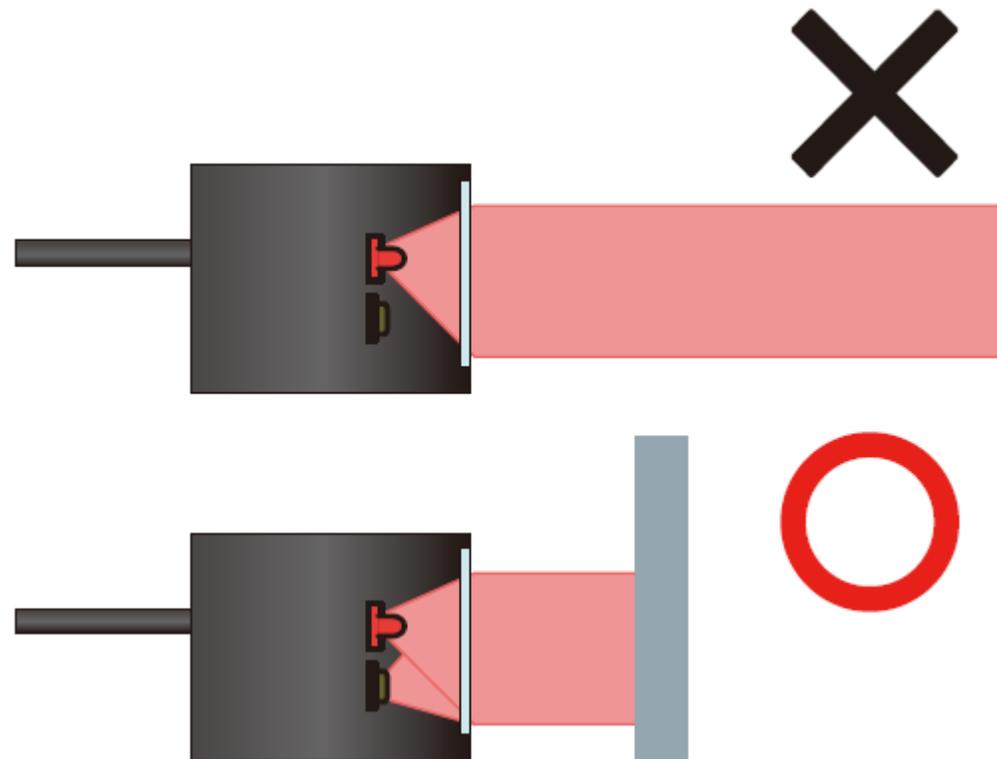
投受光部

検出物体



拡散反射型の特徴

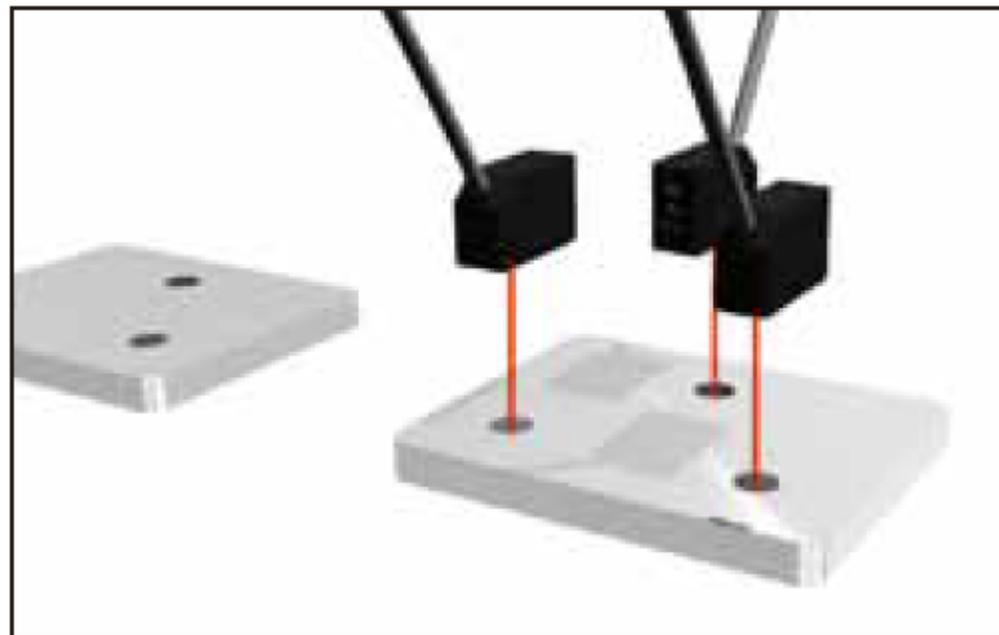
- 回帰反射型とは反対に、検出対象からの反射光を受け取ることで検出します。
- 設置は簡単ですが、反射光量は対象物の色・距離・傾き等によって異なるため、安定検出のためには、反射光量が安定しているかの検証が必要です。



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で、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。



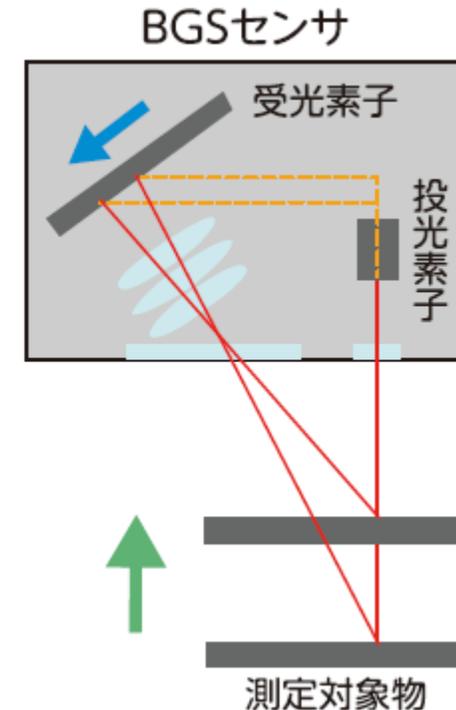


BGS型（距離設定型）

「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「**B**ackground **S**uppression」の略で、「背景無視」と訳されます。

BGS型の測定方法

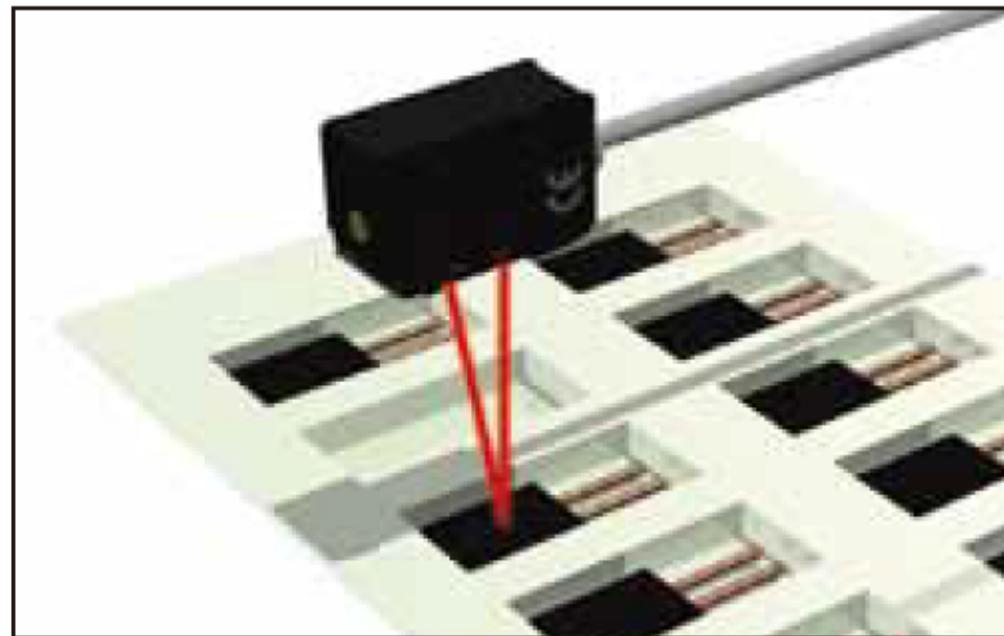
- 「投光素子」「受光素子」「測定対象物」で三角形を作り、測定対象物までの距離を求めます。
- 対象物の距離が変化する(緑↑)と、受光素子上の光の位置が変化します(青←)。つまり、受光素子上の光の位置から、対象物までの距離が測定できます。



BGS型のアプリケーション

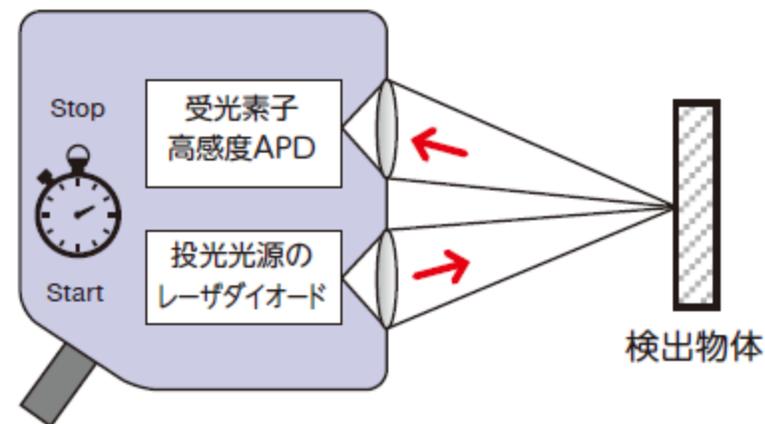
部品の有無確認

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

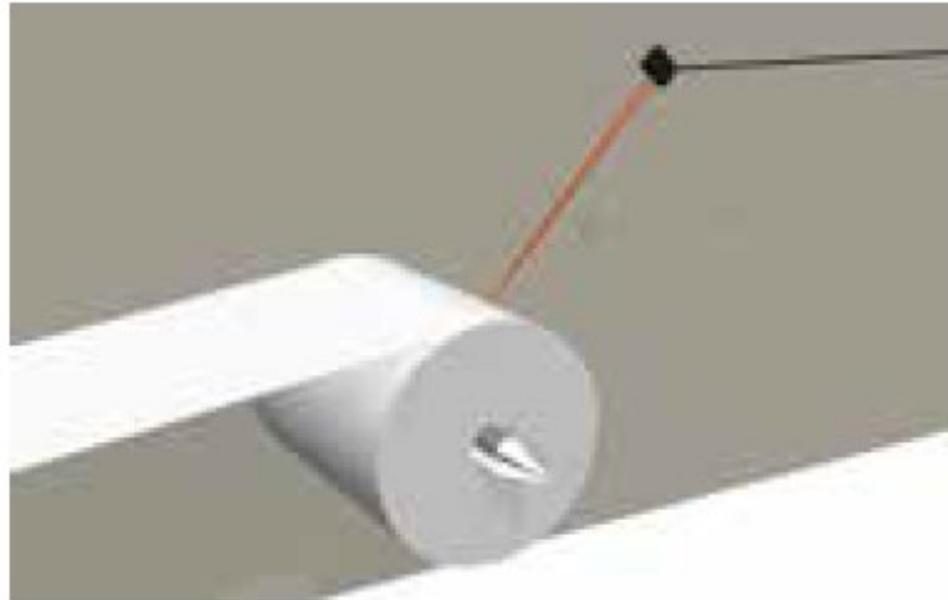
TOFとは「**Time-Of-Flight**」の頭文字で、センサからパルス投光されたレーザーがセンサ内の受光素子に戻ってくるまでの時間を計測し、その時間を距離に換算する測定方式です。



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、長距離ではラフな検出となります。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	◎	◎	▲	○	△



ご質問タイム

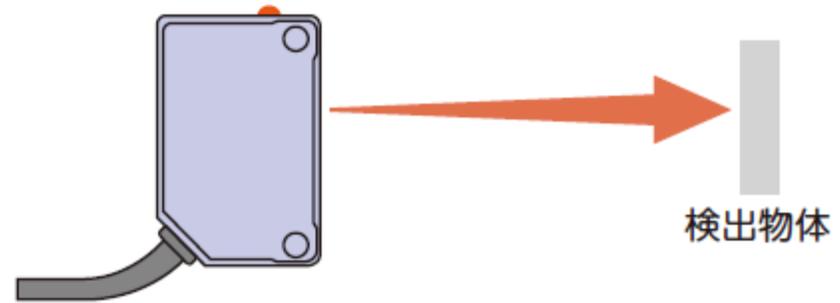


構成による分類

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。

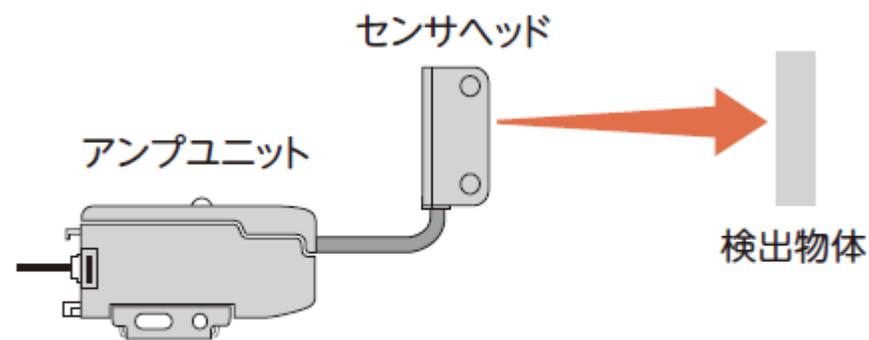
アンプ内蔵型

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。



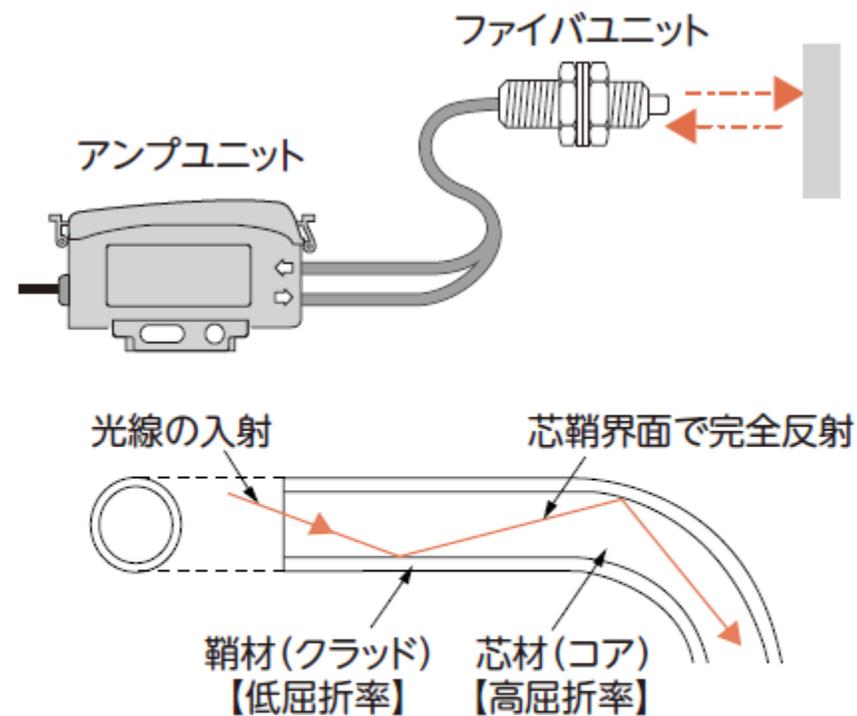
アンプ分離型

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、最近ではレーザー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。



光ファイバは、中心のコアと屈折率の異なるクラッドから構成されています。光は、ファイバ内で全反射を繰り返しながら進みます。



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とレーザーの比較

	LEDタイプ	レーザータイプ
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。



ご質問タイム



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。

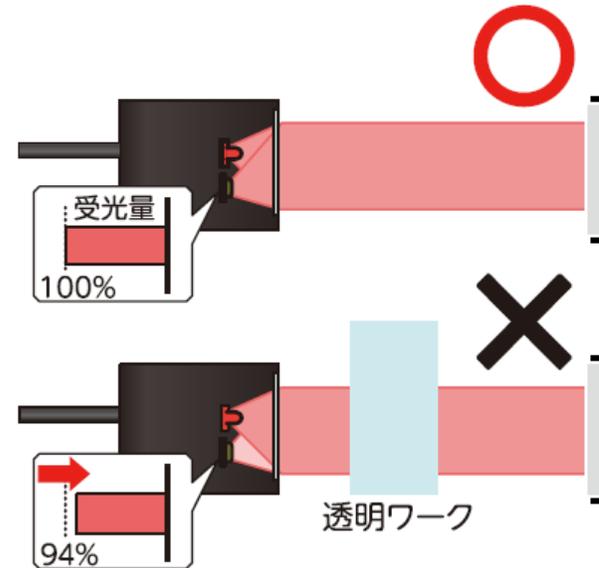
- 透明体検出型
- 限定反射型
- 色判別型

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。

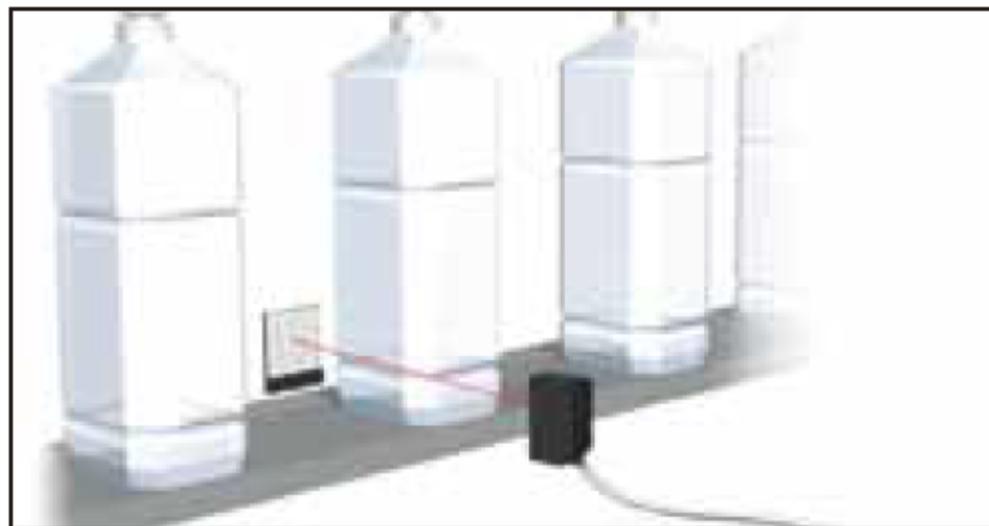
単純に応差距離を小さくするとチャタリング(ON/OFFの反復)しやすくなったり、ノイズで誤動作しやすくなったりするため、光学系や回路設計は透明体用に改良されています。



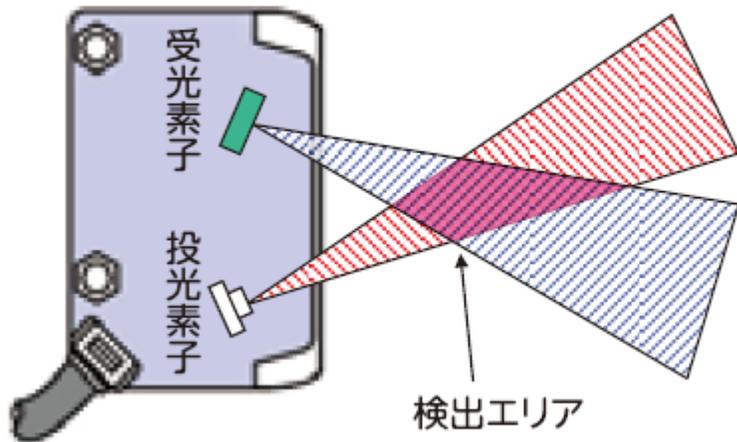
透明体検出型のアプリケーション

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

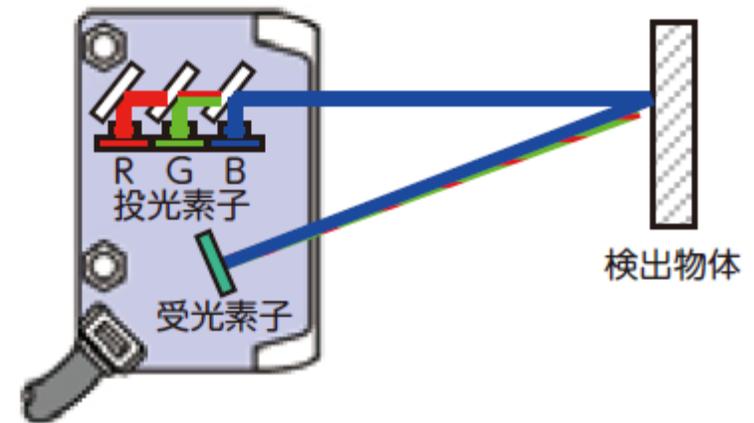
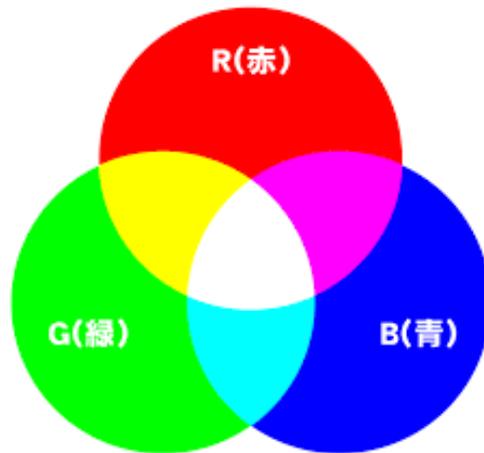
ウェハのノッチ検出

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

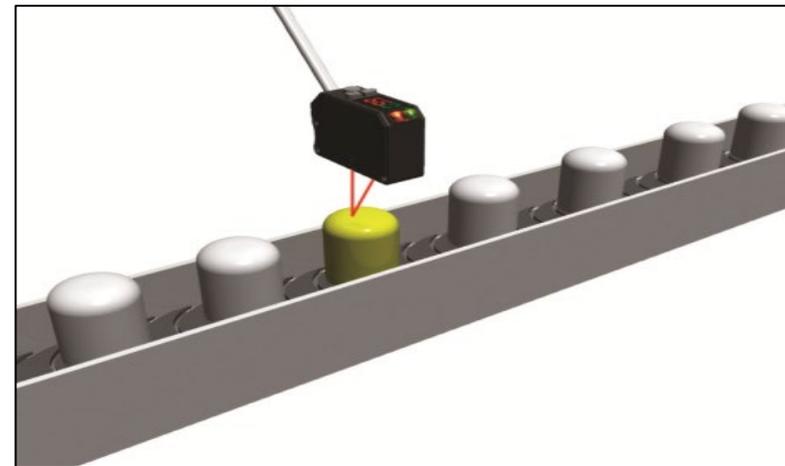
光の三原色である赤・青・緑のLEDを使用し、各色の反射光量から**測定対象の色を識別**します。用途に応じてモードを使い分けられます。



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

ご質問いただいた回答まとめ

No.	質問	回答
1	市場では、アンプ内蔵とファイバセンサとどちらが多く売れていますか？	富士経済の調査によると、アンプ内蔵光電センサ:ファイバセンサの国内出荷台数は、およそ6:4の割合です
2	反射ミラーはどのメーカーも同じような見た目ですが、他社製品のものでも使えますか？	使用可能です。ただしスペックの保証は致しかねます。
3	応答速度の限界は何msecですか？	当社製品が業界最速で、0.016ms(16 μ s)の応答速度です。ファイバセンサD3RFシリーズのアンプです。
4	回帰反射型と偏光回帰反射型の違いや性能の差はどのようなものでしょうか？	偏光フィルタが付いているか否かの違いです。偏光フィルタは主に光沢ワークの直接反射光による誤動作を防ぐことを目的にしています。ただし透明体の検出にはかえって精度がおちるため、透明体検出センサには付けていません。