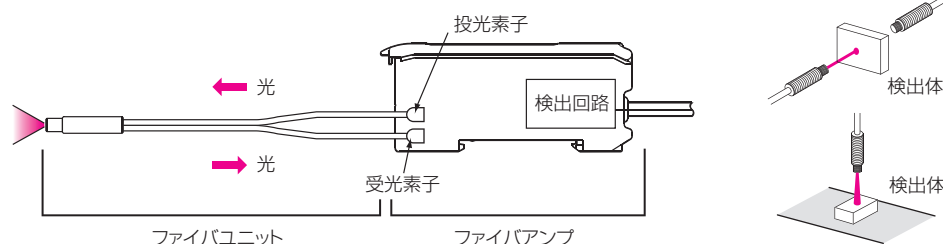


概要

ファイバセンサとは

ファイバアンプからの光をファイバユニットで伝送することで、狭い場所などでの検出を可能とした光電センサです。



特長

① 狭い場所での検出が可能

検出部が小型であるのと、ファイバユニットのケーブルの柔軟性により、狭い場所などでの検出が可能です。

② 耐環境性に優れる

検出部が電気回路のないファイバユニットであるため、温度、湿度、振動、衝撃、水、電気ノイズなどの悪環境下でも高い信頼性が得られます。

③ 設置が容易

検出物体までファイバユニットで誘導できるので、ファイバアンプの取付場所を自由に選ぶことができます。

④ 検出物体に対する制約が少ない

検出物体による光や反射を検出原理としているので、近接センサのように検出物体が金属に限定されるのとは異なり、ガラス・プラスチック・木材・液体など、ほとんどの物体を検出できます。

⑤ 応答時間が短い

光そのものが高速であり、またセンサの回路がすべて電子部品で構成されているので機械的な動作時間を含まず、応答時間は非常に短くなっています。

⑥ 非接触で検出が可能

検出物体に機械的に触れることなく検出できるので、検出物体もセンサも傷つくことがありません。従って、センサを長期にわたって使用できます。

⑦ 色の判別が可能

検出物体による光の反射率や吸収率は、投光された光の波長と検出物体の色の組合わせに応じて異なります。この性質を利用して、検出物体の色を検出することが可能です。

⑧ 調整が容易

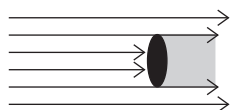
可視光を投光するタイプでは投光ビームが目に見えるので、検出物体に対する位置合わせなどが容易です。

原理

① 光の性質

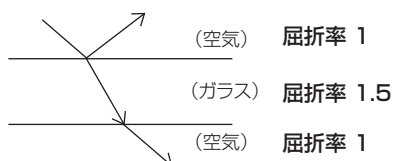
直進

光は、空気中や水中を進む場合、常にまっすぐ進みます。



屈折

光が屈折率の異なる境界面に入射した時、その境界面を通過後進行方向が変わる現象をいいます。



反射(正反射、回帰反射、拡散反射)

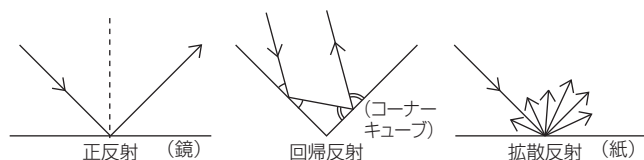
鏡やガラスのような平面上では、光は入射角と同じ角度で反射し、これを正反射と呼びます。

3つの平面を互いに直交するように組み合わせた形状をコーナーキューブと呼びます。

コーナーキューブに向けて投光すると、正反射を繰り返し、最終的な反射光は投光と対向する方向に進みます。このような反射を回帰反射と呼びます。

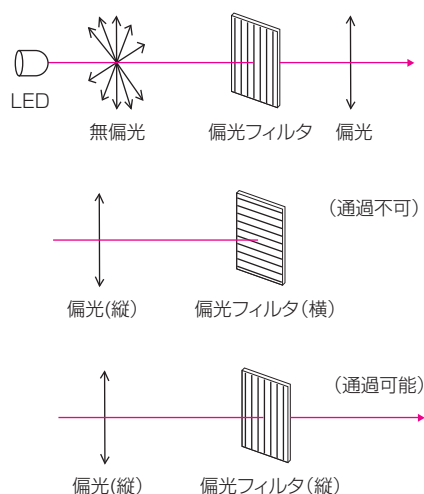
多くの回帰反射板は数mm角のコーナーキューブを規則正しく配列した構成となっています。

また、白紙など光沢性のない表面上では光があらゆる方向に反射し、このような反射を拡散反射と呼びます。反射形は、この原理を検出方式としたものです。



偏光

光は、その進行方向と垂直な方向に振動する波として表現できます。ファイバセンサの光源としては、おもにLEDが使用されます。LEDから投光される光は、進行方向と垂直なさまざまな方向に振動しており、この状態の光を無偏光と呼びます。無偏光の光の振動方向を一方向に制限する光学フィルタを偏光フィルタと呼びます。つまり、LEDから投光され偏光フィルタを通過した光は一方だけに振動しており、この状態の光を偏光(正確には直線偏光)と呼びます。ある方向(たとえば縦方向)で振動する偏光は、それと垂直方向(横方向)に振動を制限する偏光フィルタを通過することができません。回帰反射形のM.S.R機能(→11ページ参照)は、この原理を応用したものです。

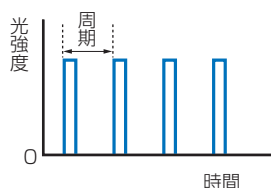


② 光源

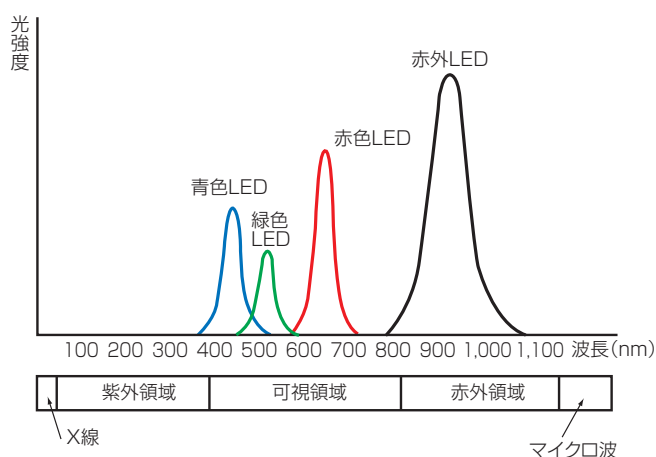
光の点灯のしかた

〈パルス変調光〉

ファイバセンサはパルス変調光を採用しており、一定周期で投光を繰り返すのが基本です。



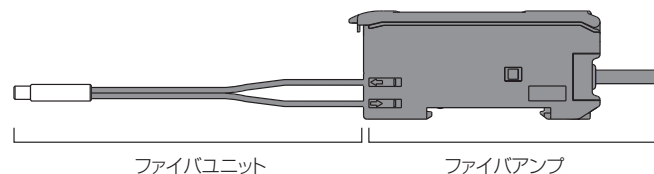
光源色と種類



③ 構造と原理

構造

ファイバユニットには電気的な部分がないので、耐ノイズなど耐環境性に優れています。

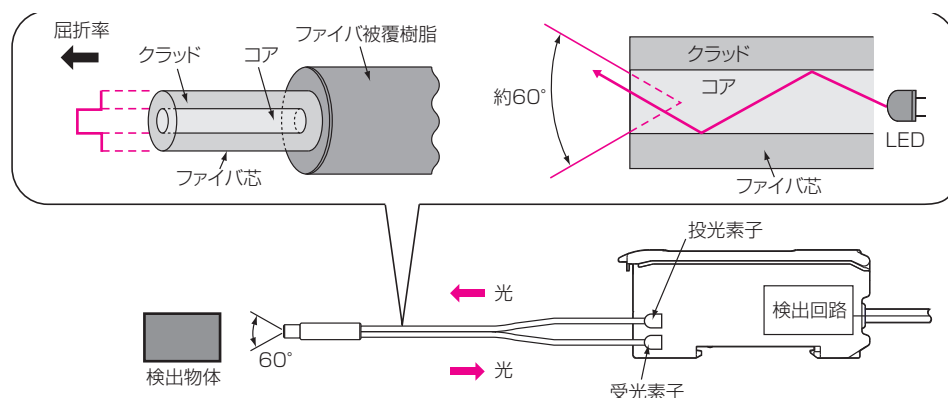


ファイバアンプ (例：形E3NX-FA21/FA51)



検出原理

ファイバユニットは中心部のコアと周辺部の屈折率の小さいクラッドから構成されています。コアに光が入射するとクラッドとの境界面で全反射を繰り返しながら光は進みます。ファイバユニット内を通過して端面から出た光は約60° (機種により異なります。)の角度で拡がり、検出物体に照射されます。



分類

① 検出方式による分類

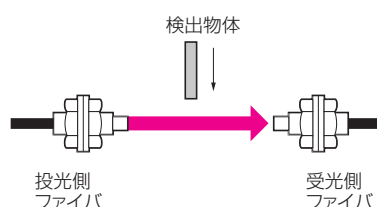
(1) 透過形

検出方式

投光側からの光が受光側に入るように投光側と受光側のファイバを対向設置します。

検出物体が投光側と受光側の間に来て光をさえぎると、受光器に入る光の量が減少します。

この減少をとらえ検出を行います。



特長

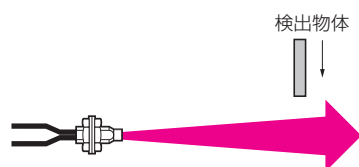
- ・動作の安定度が高く、検出距離が長い(数cm～数十m)
- ・検出物体の通過経路が変化しても検出位置は変わらない
- ・検出物体のツヤ・色・傾きなどの影響が少ない

(2) 反射形

検出方式

投受光一体形で、通常受光側に光は戻りません。投光側から出た光が検出物体にあたると、検出物体から反射した光が受光側に入り、受光量が増加します。

その増加をとらえ検出を行います。



特長

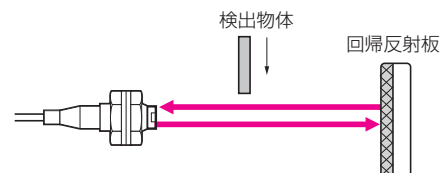
- ・検出距離は数cm～数m
- ・取り付け調整が容易
- ・検出物体の表面状態(色、凹凸)で光の反射光量、検出安定性が変わり、距離も変化する

(3) 回帰反射形

検出方式

投受光一体形で、通常投光側から出された光は、対向設置した反射板に反射して受光側に戻ってきます。検出物体が光をさえぎると、受光側に入る光の量が減少します。

その減少をとらえ検出を行います。



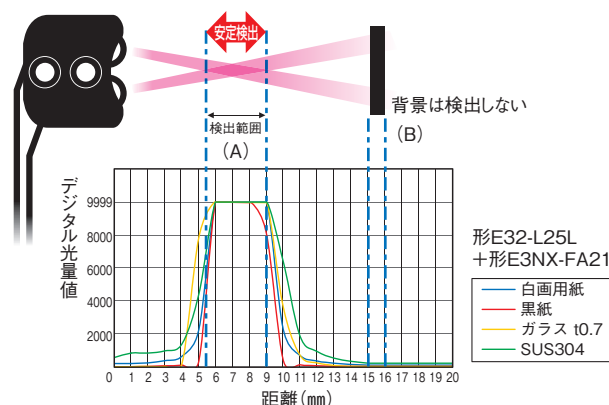
特長

- ・検出距離は数cm～数m
- ・配線・光軸調整が容易(工数が省ける)
- ・検出物体の色、傾き等の影響が少ない
- ・検出物体を光が2回通過するため、透明体の検出に向く
- ・検出物体の表面が鏡面体の場合、表面反射光の受光により、検出物体が無い状態と同じになり、検出できないことがある。この影響はMSR機能で防ぐことができる
- ・近距離で不感帯をもつ

(4) 限定反射形

検出方式

(2)と同じく検出物体からの反射光を受光し検出を行います。正反射光だけ入光するように設置したもので、センサから一定の距離(投光ビームと受光エリアの重なった範囲)にある検出物体だけ検出するようにしています。右記の図では、(A)の位置では検出物体は検出できますが、(B)の位置では検出できません。



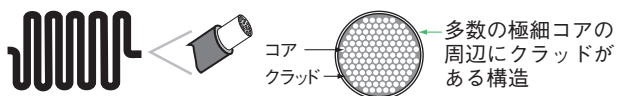
特長

- ・微妙な段差が検出できる
- ・センサからの距離を限定しその範囲内に検出物体がある時のみ検出
- ・検出物体の色の影響を受けにくい
- ・検出物体のツヤ、傾きの影響を受けやすい

② ファイバケーブルの種類

・折れにくい

折れにくく楽に配線できる 曲げ半径の小さいファイバです。曲げても光量減衰が少なく、使いやすいケーブルです。



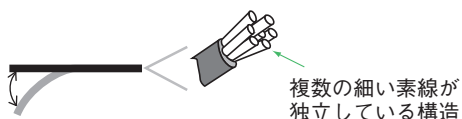
・標準

耐屈曲や折れにくいファイバに比べ、曲げ半径が大きなファイバです。曲げ半径が大きいため、可動しない場所にお使いください。



・耐屈曲

可動部で使用できる繰り返しの屈曲に強いファイバです。



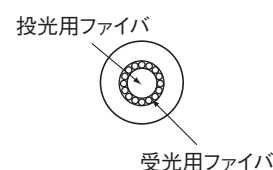
・標準反射形

標準の反射形ファイバです。構造は以下のように投光用ファイバの横に受光用ファイバが配置されています。



・同軸反射形

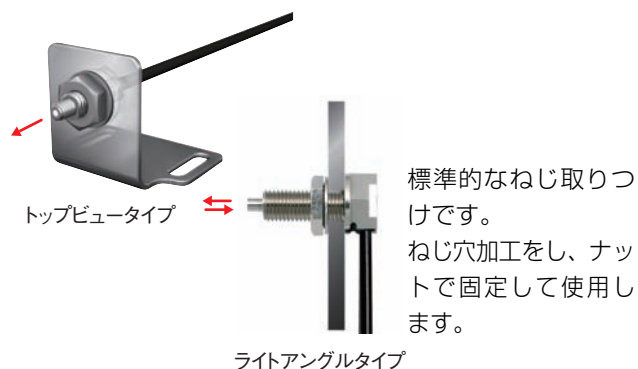
近距離(2mm以下)での小型物体検出に標準反射形ファイバより適しています。また、光沢物体が傾いても、標準反射形ファイバより安定して検出できます。構造は以下のように投光用ファイバの周辺に受光用ファイバが配置されています。



③ ファイバユニットの分類

(1) 標準取り付け

ねじ型



円柱型



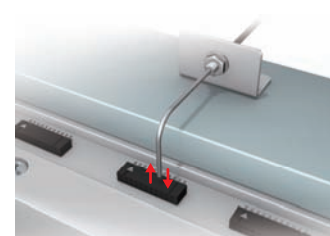
(2) 省スペース

フラット型



薄型でスペースのないところに取り付けできます。直に取り付け可能で、専用取り付け金具が不要です。

スリーブ型(物体に近い場所で検出)



取りつけた位置から離れた位置で検出可能なため、検出物体に近づけて検出可能です。スペースのない場所での微小物体検出に最適です。

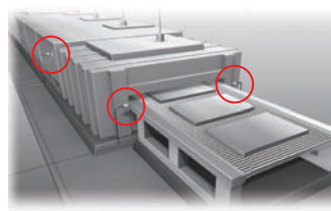
(3) ビーム強化

小スポット反射 (微小物体検出)



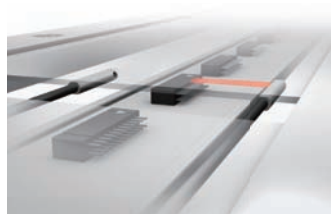
スポットが小さく、小さな物体を確実に検出できます。

ハイパワー (長距離設置 / 耐ホコリ)



大型装置での検出、大型物体の検出、ホコリが舞うような環境での検出が可能です。

狭視界 (隙間越しの検出)



細いビームのため、光が広がらず、周辺物による回り込みの誤動作がありません。

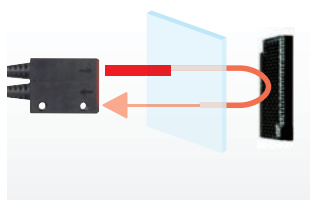
背景をとらずに検出



背景 (一定距離以上の位置にある物体) を検出せずに検出範囲にある物体だけを検出します。

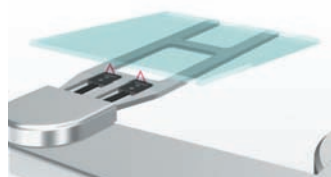
(4) 透明体検出

回帰反射形



透明物体を光が2度通過するので遮光量が大きくなり、安定検出できます。

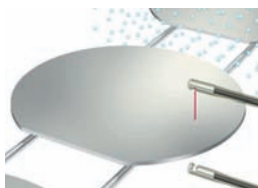
限定反射形 (ガラス検出用)



限定反射の光学系により、正反射するガラスを安定検出します。

(5) 耐環境

耐薬品 / 耐油



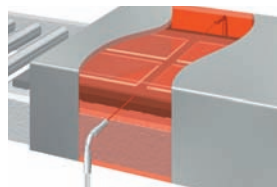
さまざまな油や薬品に耐えられる材質を使用しています。

耐屈曲 / 耐断線



可動部での繰り返し屈曲や、ひっかけや衝撃による断線の耐性があります。

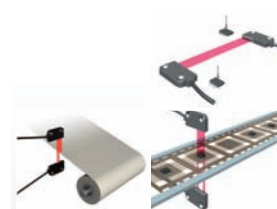
耐熱



400℃までの高温環境で使用することができます。

(6) 専用アプリ

エリアビーム (エリア検出)



蛇行検出や通過位置のばらつく落下検出などエリアでの検出ができます。

液面レベル検出



パイプ取り付けや接液で、液体だけを検出します。

耐真空



10⁻⁵Paの高真空で使用できます。

FPD / 半導体 / 太陽電池業界



ガラス基板・ウエハの検出に特化した専用商品で安定検出します。

④ ファイバンプの分類

ファイバンプおよび通信ユニットなどの分類については、「ファイバセンサ 機能/仕様一覧セレクション」(www.fa.omron.co.jp/)を参照ください。

センサ

スイッチ

セーフティ

リレー

コントロール

FAシステム機器

モーション/ドライブ

省エネ支援/環境対策機器

電源/周辺機器

その他

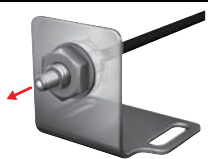
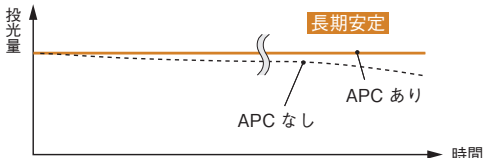
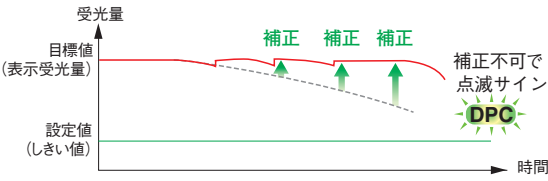
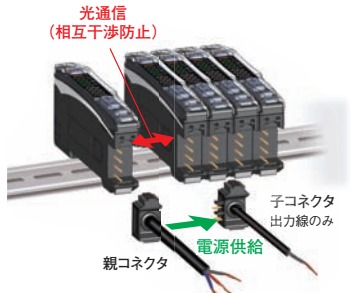
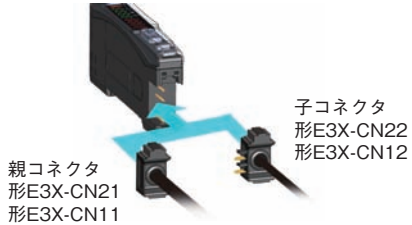
共通事項



用語解説

項目	説明図		意味
検出距離	透過形		透過形、回帰反射形では製品のバラツキや温度変化などを考慮し、安定して設定できる最大の検出距離です。標準状態における実力値は、各方式とも定格検出距離より長くなります。
	回帰反射形		
	反射形		反射形では標準検出物体(白画用紙)で、製品のバラツキや温度変化などを考慮し、安定して設定できる最大の検出距離です。標準状態における実力値は定格検出距離より長くなります。
	限定反射形		限定反射形では左図の光学系のように、投光軸と受光軸が検出物体の表面で同じ傾き角θで交差するように設計されています。この光学系では、物体からの正反射光が安定して検出できる距離範囲が検出距離になります。従って、検出距離はその下限と上限によって、「10～35mm」のように表現されます。(→4ページ参照)
応差の距離			反射形、距離設定形 動作距離と復帰距離の差です。一般にカタログでは定格検出距離に対する比率で表しています。
応答時間			光入力の立上り／立下りから、制御出力が動作または復帰するまでの遅れ時間を「応答時間」と呼びます。ファイバセンサでは一般的に、動作時間(Ton)≒復帰時間(Toff)です。
しゃ光動作 (DARK ON)	透過形、回帰反射形 反射形		しゃ光動作(ダークオン)とは透過形において投光ビームをさえぎる場合など、受光器に入る光量が基準以下に減少したときに出力する動作で、動作モード：しゃ光時ON、DARK ONと表します。
入光動作 (LIGHT ON)	透過形、回帰反射形 反射形		入光動作(ライトオン)とは反射形において検出物体が接近する場合など、受光器に入る光量が基準以上に増加したときに出力する動作で、動作モード：入光時ON、LIGHT ONと表します。

項目	説明図	意味																																				
使用 周囲照度	使用周囲照度と動作限界照度のちがい 受光面照度	・使用周囲照度は受光器の受光面照度で表し、受光出力が200lx時の値に対し±20%変化する時の照度を「使用周囲照度」と定義します。 誤動作するまでの動作限界照度ではありません。																																				
標準 検出物体	透過形 回帰反射形 反射形 反射板による標準物体の大きさ <table border="1"> <thead> <tr> <th>反射板形式</th><th>光学系の対角線</th><th>検出物体</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>形E39-R1/R1S/R1K</td><td>72.2mm</td><td>φ 75mm</td></tr> <tr> <td>形E39-R2</td><td>100.58mm</td><td>φ 105mm</td></tr> <tr> <td>形E39-R3</td><td>41.44mm</td><td>φ 45mm</td></tr> <tr> <td>形E39-R4</td><td>26.77mm</td><td>φ 30mm</td></tr> <tr> <td>形E39-R6</td><td>56.57mm</td><td>φ 60mm</td></tr> <tr> <td>形E39-R9</td><td>43.7mm</td><td>φ 45mm</td></tr> <tr> <td>形E39-R10</td><td>66.47mm</td><td>φ 70mm</td></tr> <tr> <td>形E39-RS1</td><td>36.4mm</td><td>φ 40mm</td></tr> <tr> <td>形E39-RS2</td><td>53.15mm</td><td>φ 55mm</td></tr> <tr> <td>形E39-RS3</td><td>106.3mm</td><td>φ 110mm</td></tr> <tr> <td>形E39-R37-CA</td><td>13.4mm</td><td>φ 15mm</td></tr> </tbody> </table> 反射形では投光ビーム径より大きな白画用紙を標準検出物体としています。	反射板形式	光学系の対角線	検出物体	形E39-R1/R1S/R1K	72.2mm	φ 75mm	形E39-R2	100.58mm	φ 105mm	形E39-R3	41.44mm	φ 45mm	形E39-R4	26.77mm	φ 30mm	形E39-R6	56.57mm	φ 60mm	形E39-R9	43.7mm	φ 45mm	形E39-R10	66.47mm	φ 70mm	形E39-RS1	36.4mm	φ 40mm	形E39-RS2	53.15mm	φ 55mm	形E39-RS3	106.3mm	φ 110mm	形E39-R37-CA	13.4mm	φ 15mm	
反射板形式	光学系の対角線	検出物体																																				
形E39-R1/R1S/R1K	72.2mm	φ 75mm																																				
形E39-R2	100.58mm	φ 105mm																																				
形E39-R3	41.44mm	φ 45mm																																				
形E39-R4	26.77mm	φ 30mm																																				
形E39-R6	56.57mm	φ 60mm																																				
形E39-R9	43.7mm	φ 45mm																																				
形E39-R10	66.47mm	φ 70mm																																				
形E39-RS1	36.4mm	φ 40mm																																				
形E39-RS2	53.15mm	φ 55mm																																				
形E39-RS3	106.3mm	φ 110mm																																				
形E39-R37-CA	13.4mm	φ 15mm																																				
開口角		投光ビームの広がり角度のことです																																				
光軸径		透過形ファイバユニットの「検出に使用しているビームサイズ(投光ファイバのコア径)」です。 光軸径よりも大きい物体を検出する場合、「検出に使用しているビーム」をすべてさえるため、安定検出が可能だと判断できます。ただし、物体が高速で通過する際は、受光量がばらつく場合があります。光軸径の小さいファイバユニットに替えるか、ファイバアンプの応答時間を高速や最速モードに設定してください。																																				
LENS in レンズイン・ ファイバユニット		レンズを内蔵したファイバユニットです。 ハイパワーの特長を持っています。 レンズ脱落や紛失の心配もありません。																																				
ライトアングル タイプ/ナット型	ライトアングルタイプ/ナット型	ファイバと光軸に90°の角度が付いているタイプです。 ケーブルが壁に沿うため、ケーブルが引っかかりにくく、トップビュータイプより奥行きが省スペースになります。ナット片側が本体に付いているので、取り付け工数が少ないという特長があります。																																				

項目	説明図	意味
トップビュータイプ	 トップビュータイプ	センサの真上(鉛直方向)に光軸があるタイプです。光軸の位置により、他にサイドビュータイプやフラットビュータイプなどがあります。
APC		オートパワーコントロール機能のことです。ファイバアンプ内で投光LEDを常時監視することで、LEDの劣化による光量低下をフィードバックし、内部電力をあげることで、投光量を常に一定に保つ機能です。特に微妙な検出をしているアプリケーションにおいては、発光量の変化は誤動作を招くためにこの機能が必要となります。オムロンでは常時ONを実現しています。
DPC		ダイナミックパワーコントロール機能のことです。ファイバアンプ表示受光量を、スマートチューニング実行時の値に自動補正します。継時変化や環境影響などによる誤動作やバラツキを緩和できます。
相互干渉防止機能		ファイバアンプ同士を密着取り付けすることで相互干渉を防止することができる機能です。オムロンでは、ファイバアンプ側面の小窓から赤外線通信を行い発光パルスをずらすことで実現しています。
省配線コネクタ		省配線コネクタタイプのファイバアンプ連結により、省配線を実現できます。オムロンでは、ファイバアンプは親機・子機の区別はなく共通で、コネクタケーブルが親コネクタ・子コネクタに分かれています。

参考資料

使い方と各種データ

① M.S.R.機能(Mirror Surface Rejection : 鏡面体光沢除去)

〔原理〕

回帰反射形センサ内蔵の偏光フィルタと回帰反射板の特性を利用し、回帰反射板からの反射光だけを受光する機能、機構です。

- ・ 投光側の偏光フィルタを通過した光は横方向の偏光になっています。
- ・ 回帰反射板のコーナーキューブに反射した光は偏光方向が横方向から縦方向に変わります。
- ・ その反射光は受光側の偏光フィルタを通過して受光素子に達します。

〔目的〕

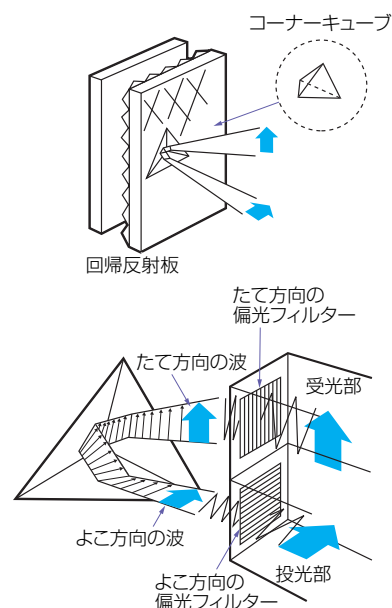
表面が鏡面状の検出物体を安定して検出するための一方法です。

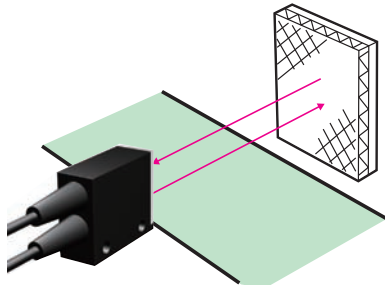
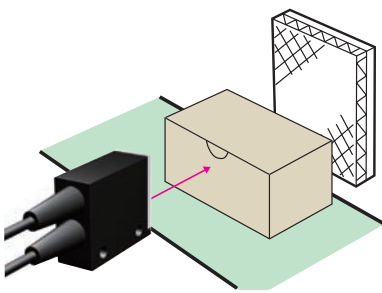
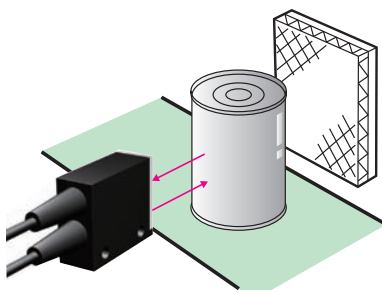
このような検出物体からの反射光は偏光方向が横方向のままなので受光側の偏光フィルタを通過できません。

〔例〕

検出物体の表面が粗く、光沢のない検出物体の場合にはM.S.R.機能がなくても検出可能です。

これに対して検出物体の表面が滑らかで光沢を帯びている場合、M.S.R.機能がないと安定検出ができません。

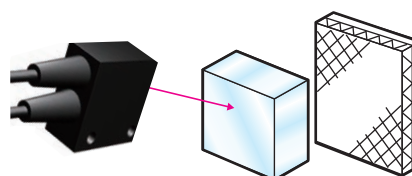


検出物体がない場合 投光部からの光が反射板に当り、受光部にもどります。 	光沢のない検出物体の場合 投光部からの光は検出物体で遮られ、反射板に到達せず、受光部にはもどりません。 	検出物体の表面が滑らかで光沢がある場合(例：電池、缶詰など) 投光部からの光が検出物体で反射して、その反射光が受光部にもどります。 
---	---	---

〔注意〕

光沢度の非常に高い検出物体やフィルムなどを貼りつけた光沢物体を検出する場合、動作が安定しないことがあります。

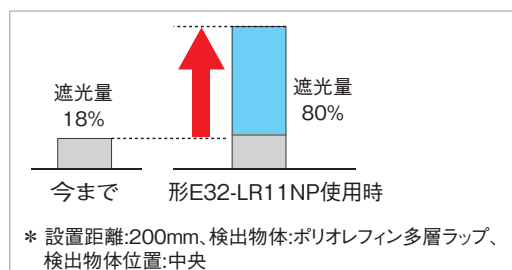
このような場合は検出物体の表面に対してセンサを斜めに取りつけてください。



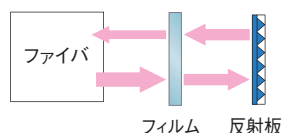
② 複屈折を持つ透明体検出技術 P-opaquing機能

透明体の検出において、検出物体の形状による屈折や、表面の反射による光量減衰による検出方式では、十分な余裕度を確保することは困難です。

この機能では、複屈折を利用することで余裕度を大幅に向上させました。検出物体を通過する際に乱れた偏光成分をオムロン独自の特殊偏光フィルタによりカット、受光量を大きく減衰させることにより、高い安定検出、簡単な感度調整を実現しました。「P-opaquing」は、「偏光 (Polarization) を応用し、複屈折を持つ透明体を不透明にする (Opaquing)」という意味の造語です。

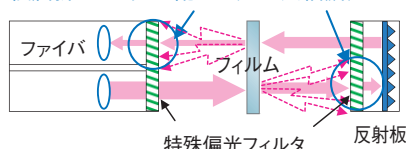


今まで 減衰小



形E32-LR11NP使用時 減衰大!!

複屈折による光の乱れカットで大幅減衰



・透明フィルムを抜群に安定検出 (形E32-LR11NP+形E39-RP1)

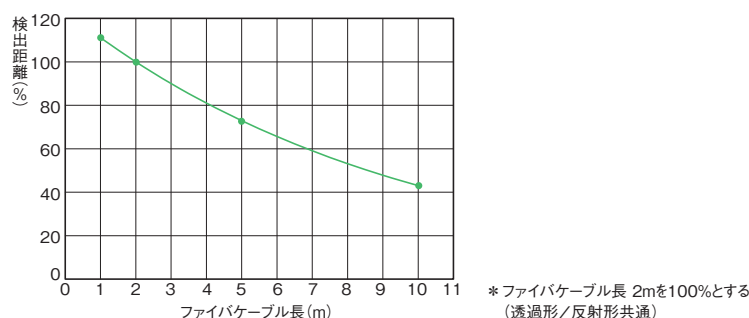
独自フィルタで不要な光をカットすることにより、遮光量を飛躍的に大きくできフィルムを安定検出できます。

③ ファイバケーブル長の影響

ファイバユニットの仕様一覧に掲載しております検出距離は、形式末尾に付いていますファイバケーブル長での値です。ファイバケーブル長をカット・延長すると検出距離は変化します。

下記グラフはファイバケーブル長2m品の検出距離を100%とした場合の各ファイバケーブル長での検出距離比率です。設置距離の目安として参照ください。

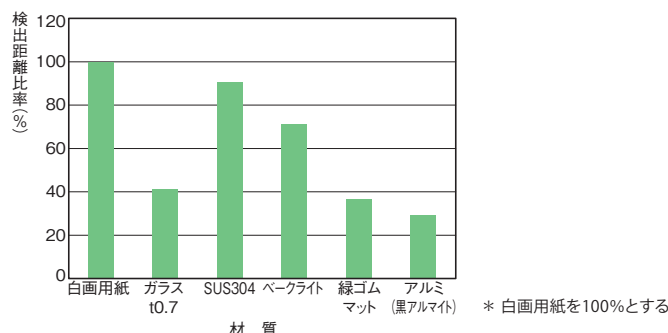
ただし、ファイバコネクタを用いて延長された場合、検出距離は上記比率よりさらに短くなりますのでご注意ください。



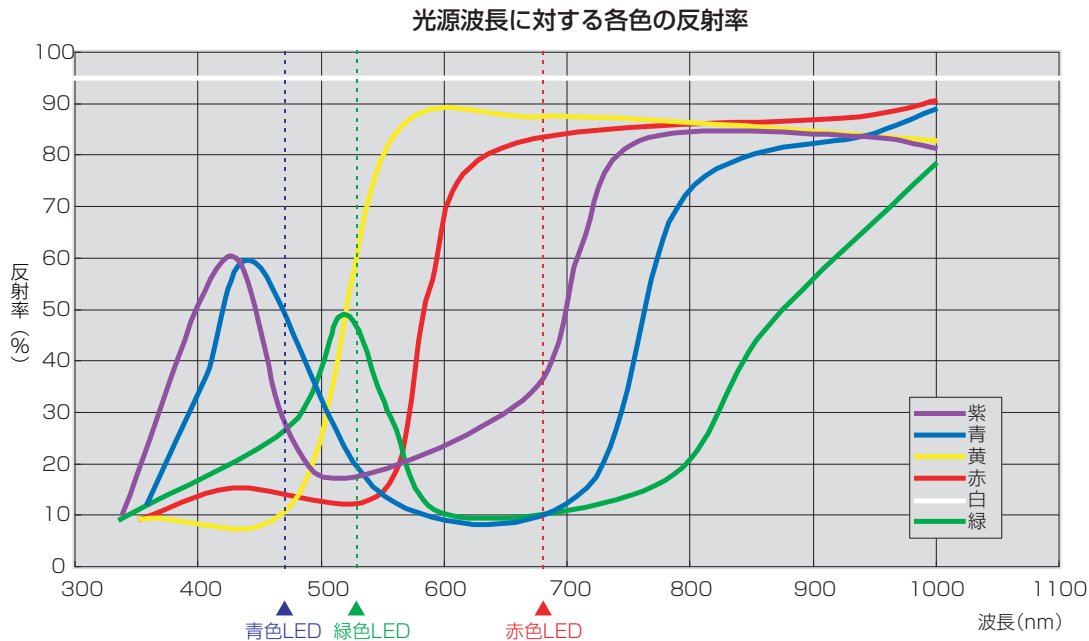
④ (反射形) 物体種類別 検出距離比率

下記グラフは弊社標準検出物体の白画用紙の検出距離を100%とした場合の各種物体での検出距離比率です。

お客様の検出物体に近いものの値を、設置距離の目安としてください。



⑤ 表面色と光源の反射率
表面色の反射率特性



カラーマークの判別可能な色(代表例)

センサ光源色：青色

	白	赤	黄	緑	青	紫	黒
白		5	5	3		3	8
赤	5				3	2	
黄	5			2	4	2	
緑	3		2		2		3
青		3	4	2			6
紫	3	2	2				4
黒	8			3	6	4	

センサ光源色：緑色

	白	赤	黄	緑	青	紫	黒
白		8			3	5	10
赤	8		5	5	3		
黄		5				3	6
緑		5				3	6
青	3	3					4
紫	5		3	3			3
黒	10		6	6	4	3	

センサ光源色：赤色

	白	赤	黄	緑	青	紫	黒
白				5	6	3	9
赤				4	4	2	7
黄				5	5	3	8
緑	5	4	5			2	
青	6	4	5			2	
紫	3	2	3	2	2		4
黒	9	7	8			4	

数値は、余裕度(=受光量の比率、代表例)を表しています。大きな値ほど安定検出が可能です。
白色光源タイプは、すべての組合せに対応できます。

センサ光源色	商品分類	形式
赤色光源 ●	ファイバセンサ	形E3NX-FA、形E3NX-MA
		形E3X-HD
		形E3X-ZV、形E3X-MZV
		形E3X-SD
		形E3X-NA
白色光源 ● ● ●	ファイバセンサ	形E3NX-CA

⑥ よくある質問集

分類	質問	回答
ファイバユニット	ファイバユニットには投・受光の区別がありますか？	透過形ファイバには投・受光の区別がありません。 反射形ファイバは、同軸反射形に投・受光の区別があります。 投光用ファイバに識別要素を入れておりますので、詳細はファイバユニットの各外形寸法を参照ください。
	ねじ型や円柱型の取り付け穴はどれぐらいの寸法で開ければいいですか？	カタログなどに記載されている「推奨加工穴寸法」を参照ください。
	ファイバケーブルの長さ違いはありますか？	5m、10mをご用意している形式があります。 詳細は当社営業担当者にご確認ください。
	CE対応していますか？	ファイバユニットは電氣的仕様を持っておりませんので、対象外です。
	レンズイン・ファイバユニットとは何ですか？	レンズイン・ファイバユニットはレンズを内蔵しており、ハイパワーにより安定検出できるオスメの新標準ファイバです。
ファイバアンプ	形E3X-HDシリーズは、他のファイバアンプと連結して使えますか？	形E3X-HDシリーズは形E3X-HDシリーズと形E3X-DA-S/MDAシリーズ*1とだけ連結使用できます。
	形E3NX-FAシリーズ、形E3X-HDシリーズでは、モバイルコンソールは使用できますか？	形E3NX-FAシリーズ、形E3X-HDシリーズともにお使いいただけます。
	形E3NX-FAシリーズ、形E3X-HDシリーズでは、センサ通信ユニットは使用できますか？	形E3NX-FAシリーズは形E3NX-FA0をお使いいただけますと、 形E3NW-ECT（EtherCAT）、形E3NW-CRT（CompoNet）、 形E3NW-CCL（CC-Link）とお使いいただけます。 形E3X-HDシリーズは形E3X-HD0をお使いいただけますと、 形E3X-CRT（CompoNet）もしくは形E3X-ECT（EtherCAT）とお使いいただけます。*2

*1. 形E3X-DA-Sは2017年3月に受注終了しました。形E3X-MDAは2021年8月に受注終了しました。

*2. 形E3X-HD0、形E3X-CRT、形E3X-ECTは2024年10月に受注終了しました。

EtherCAT®は、ドイツBeckhoff Automation GmbHによりライセンスされた特許取得済み技術であり登録商標です。

CompoNet™は、ODVAの商標です。

CC-Linkは、三菱電機株式会社の登録商標で、CC-Link協会が管理する商標です。



お問い合わせ **0120-919-066** または直通電話 **055-982-5015** (通話料がかかります)

2D・3D CADデータ/マニュアル/最新の商品情報は → www.fa.omron.co.jp