

# SA1D形距離センサの開発について

庄司克博<sup>\*1)</sup>・樋口親吾<sup>\*2)</sup>

## はじめに

従来の光電スイッチの代表的な検出方法に通過検出がある。この方法は、物体が光電スイッチ間（あるいは、光電スイッチとリフレクタ間）を通過することにより、光を遮断、入光し物体の有無を検出することであるがこれには、透過形、回帰反射形が利用される。又検出物体からの反射光量の変化を検出することで、物体の有無を検出する拡散反射形もある。しかし、反射光量が異なる為、後者の検出方法の欠点として距離調整機能を有しているものの、検出物体の色、材質、形状が変化した場合、検出距離が変化してしまい種々の検出物体にたいして安定性に欠け、幅広いユーザーユーズに柔軟かつ多用に対応することが難しくなりつつある。近年にみられる、制御技術の多用化、高度化、インテリジェント化にともない、後者の反射形センサの反射光量判別方式から色、材質、形状の変化に対してより安定した検出能力を有する測距方式のセンサが、上記問題点を克服するため開発され始めた。

## 1. 開発のねらい

測距方式センシング技術の最も身近な応用としての具体例としては、三角測量方式を測距原理とする赤外発光ダイオード(LED)を光源に用い一次元位置検出素子(PSD)で受光スポットの移動量から距離を求めるアクティブ方式のオートフォーカスカメラに代表される。この方式の利点としては次のようなことがあげられる。

- 1) 距離判別にあたり機構的な可動部が無く全て電氣的に構成されているため、高い信頼性が得られる。
- 2) 高速応答が可能。
- 3) 不感領域が無く連続した位置情報を得られる。
- 4) 被検出物体の反射率や投光ビームの強弱に影響されなく測距信号が得られる。
- 5) パルス変調された投光ビームにより外乱光ノイズ成

分が容易に分離可能。

- 6) 処理回路が比較的簡単に製作可能でコスト面、省スペース性に優れる。

などの特徴を有する、そこでこの測距方式を原理とし物体までの距離情報が得られ機能・性能・精度、等の高性能化と多様化するニーズに答えるべく多機能化及び省スペース化(小型化)を目指しFA現場のみならず幅広く多目的な分野での省力化に対応可能なアナログ距離出力を装備したセンサの開発を行う。特に本センサにおいては、従来の光電スイッチからの高機能化を目標とし、また同時に多機能でも人に優しい操作性も考慮し開発段階より以下のような項目について基本仕様を検討した。

- 1) アンブ内蔵オールインワンタイプにより小型化。
- 2) 色・材質・形状の変化に対する検出能力を高精度化。
- 3) 多機能化
  - ①限定領域検出機能
  - ②警報出力機能
  - ③検出距離モニタ機能
  - ④設定距離モニタ機能
- 4) 多機能化に伴い設定状態や検出位置情報の確認作業の簡略化。
- 5) プログラマブルコントローラなどと組合せた多点位置決め及び連続量の変化などきめこまかな制御に対応可能なアナログ出力を装備させる。

## 2. 動作原理

LED(赤外発光ダイオード)から発光されたビームは、平行光に変換されるようLED前方に配置された投光レンズにより被検出物体に照射され、物体表面で拡散反射され受光レンズによりPSD(位置検出素子)上にスポットを結像させる。図1に示すよう物体がAの位置からBの位置に移動すると、PSD上においてaはbの位置へと移動する。このスポット像の位置は図2に示すよう被検出物体までの距離Lとし投受光レンズ間の間隔Dと受光レンズの焦点距離fとしPSD上の受光スポットの位置をxとすると

\*1) 製品開発センター第6開発グループ

\*2) 同上

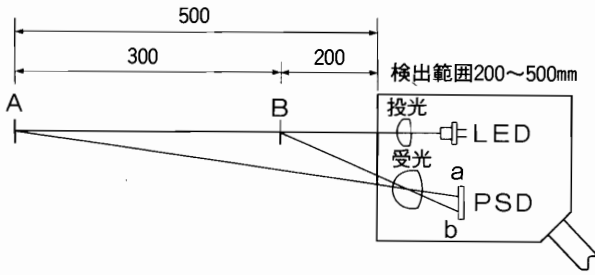


図1. 検出原理

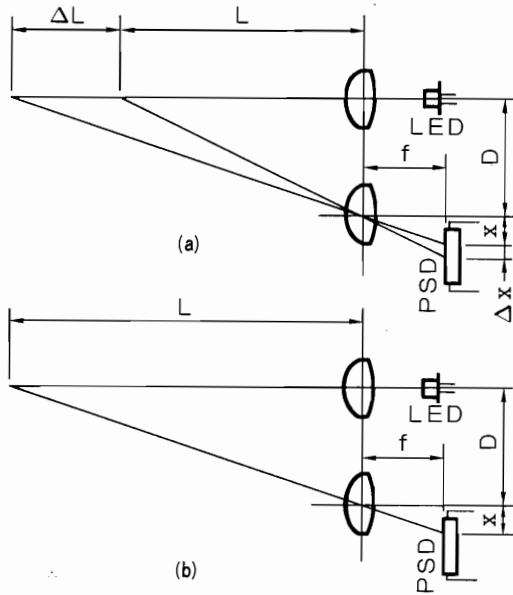


図2.

幾何学的な関係より求められ、次式の関係が成り立つ。

$$\frac{D}{L} = \frac{x}{f}$$

$$x = \frac{Df}{L}$$

よって検出物体が近づくにつれxは大きくなり逆に遠ざかれば小さくなり距離Lに逆比例した形となる。またこのスポット像の移動量を検出するためにリニアインセンサを受光素子とする。これは半導体位置検出素子 (PSD) といわれ、シリコンフォトダイオードを応用した光スポットの位置検出用センサであり非分割型の素子であるため連続した電気信号が得られ位置分解能、応答性に優れる。図3に断面構造を示す、PSDは平板状シリコンの表面にP層、裏面にN層、そして中間にあるI層の3層構造となっており、受光面に入射した光は、PIN層で光エネルギーに比例した電荷を発生させ光電変換され、電気信号として全面に均一な抵抗値を持つ様に作られたP層に形成されたおのおのの電極より距離 (P層抵抗値) に逆比例したかたちで分割される電流信号として出力される。ここで図4に示されるよう、PSDの中心を原点とし電極間の距離を2L、光電流 ( $I_1 + I_2$ ) をI、電極から取り出される電流を  $I_1 \cdot I_2$  とすれば次の様な式が求められる。

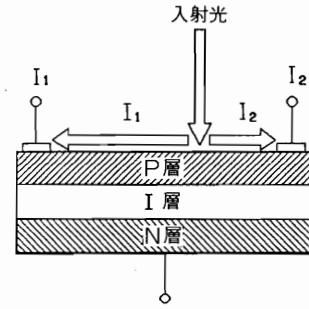


図3.

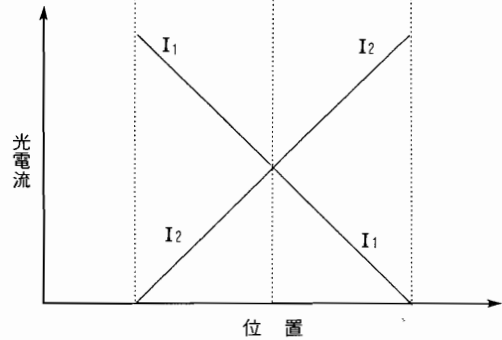
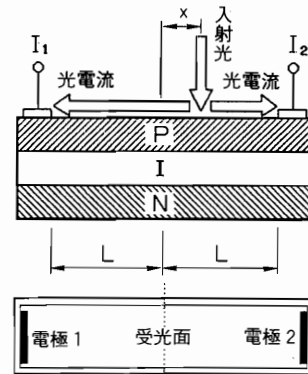


図4.

$$I_1 = I \frac{L-x}{2L} \quad I_2 = I \frac{L+x}{2L}$$

$$\frac{I_2 - I_1}{I_1 + I_2} = \frac{x}{L}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{L-x}{L+x}$$

このように、 $I_1$ 、 $I_2$ の差または入射光エネルギーとは無関係に、光の入射位置がもとめられる。

### 3. 仕様と特徴

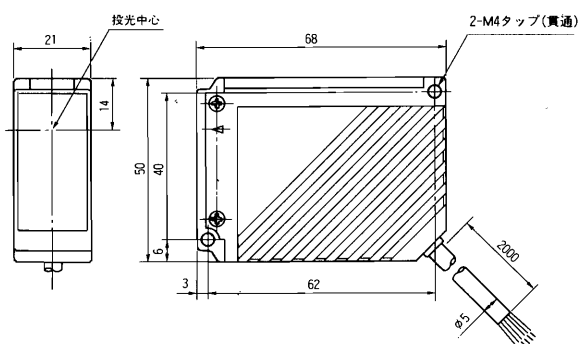
SAID型のアナログ距離センサの製品としての、特徴をまとめると以下のようになる。

- 1) アンプ内蔵形の小型多機能。
- 2) 被検出物体までの距離情報を識別することにより色、材質、形状などの変化に対して影響を受けにくく検出

表 1. SA1-D 形センサ仕様

電源電圧	DC12~24V(許容リップル率10%以下)
消費電流	100mA以下
耐電圧	コンデンサアース方式につき除外
絶縁抵抗	コンデンサアース方式につき除外
使用周囲温度	0~+55℃(氷結なきこと)
使用周囲湿度	35~85%RH(結露なきこと)
保存温度	-20~+70℃
振動	耐久:10~55Hz、複振幅:1.5mm X・Y・Z各方向2時間(非通電時)
衝撃	耐久:500m/s <sup>2</sup> (約50G)、X・Y・Z各方向5回
耐外乱光	太陽光:10000Lux、白熱ランプ:3000Lux(受光面照度)
ケース材質	本体:亜鉛ダイカスト ケース、前面フィルタ、レンズ:アクリル
保護構造	IP65(IEC Pub 529)
ケーブル	0.2mm <sup>2</sup> 5芯内1芯シールド線、キャプタイアケーブル2m
重量(約)	350g
外形寸法	21W×50D×68Hmm

●外形寸法図



距離が安定している。

- 3) 背景と被検出物体までの距離が非常に接近しているような場合でも、背景の影響を受けにくい。
- 4) 任意の検出幅(上限・下限)の設定が独立して可能であり、限定範囲での検出が設定条件の変更により自在に行える。
- 5) 被検出物体の連続的な移動(遠・近)に対応した距離情報のアナログ信号を得ることができる。
- 6) 簡易的に距離情報や上下限設定位置の表示をモニターするレベルメータ表示機能を付加し情報伝達が容易に行える。
- 7) 反射光量不足による検出状態の異常及びセンサヘッド前面の汚れやゴミの付着による光量不足を警報する出力を装備。

以下代表的な機能について簡単に説明する。図5に本センサの特徴でもある表示パネルの図を示す。図上部より順番に説明することにする。

### 3.1 応答速度切り替えスイッチ

アナログ出力の平均化を高速モード5mSと低速モードの50mSを選択し切り換える。これは特に高速応答性が要求されない場合は、アナログ出力の高周波変動を抑制す

表 2. 性能仕様

制御出力	アナログ電流出力	4~20mA 5Vmax.(距離500~200mm)
	比較出力(OUT)	NPNオープンコレクタ出力 DC30V・100mA max.(残留電圧1V以下)
	警報出力(ALARM)	NPNオープンコレクタ出力 DC30V・100mA max.(残留電圧1V以下)
比較動作出力	検出物体が上限・下限設定範囲内で出力ON	
動作表示	アナログ出力表示(MON)	赤色LED10点 ドット表示のレベルメータ
	比較出力範囲モニタ(NS or FS)	設定時、上限・下限範囲のモニターレベルメータにて
	比較出力表示(OUT)	出力ON時点灯
	電源表示(POWER)	電源ON時点灯
	警報出力表示(ALARM)	光量過剰および不足の場合点灯
応答時間	FAST(高速応答モード)5msec以下 SLOW(低速応答モード)50msec以下	
検出物体	不透明体	
検出距離	200~500mm(標準検出物体:白画用紙75×75mm)	
比較出力設定	FAR・NEAR設定14回転ポリウム (上限・下限範囲独立設定)	
応差(ヒステリシス)	10%以下	
繰返し精度	FAST:4%以下、SLOW:2%以下	
投光素子	赤外LED(変調方式)	
受光素子	PSD(Position Sensitive Device)	

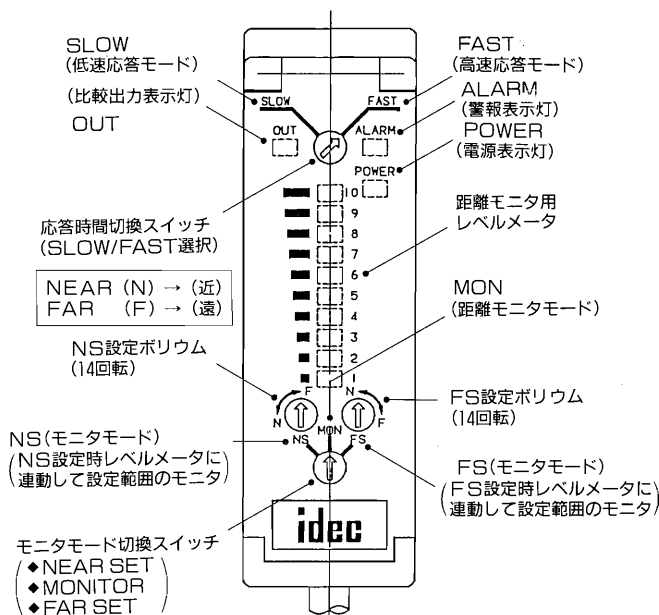


図 5. 表示パネル説明図

ることによりアナログ出力の精度を向上させられるので用途、目的により有効なモードに設定すればよいよう考慮した。

### 3.2 OUT (比較出力表示LED)

アナログ出力を内部の比較回路により後で説明する任意の比較出力設定範囲内に被検出物体が存在する場合の検出状態を表示させる。(同時に比較出力を出力する)

### 3.3 ALARM (警報出力表示LED)

被検出物体からの反射光量が不足し回路の動作が不安定な状態での検出誤動作を事前に防止するため受光光量不足状態を表示させる。またセンサヘッド面の汚れによる検出不能状態などの判定にも有効となる。(同時に警報出力を出力する)

### 3.4 POWER (電源表示LED)

電源投入時にLEDにて表示。

### 3.5 LEDレベルメータ

アナログ出力に連動し被検出物体までの距離をLED10点のレベルメータにて概略ドット表示させることにより位置情報をダイナミックに表示し検出状態の確認作業を視覚化させると同時に、比較出力設定時の上・下限の設定位置の表示も兼ねる。

### 3.6 NS設定ボリューム (14回転)

近距離側 (下限位置) の検出範囲を設定する多回転ボリュームで設定状態の確認が多回転のため困難になるのでレベルメータを併用し設定位置の確認作業を視覚化することにより誤設定が防止される。この場合任意の設定された限定範囲の下限位置が設定値の対象となる。

### 3.7 FS設定ボリューム (14回転)

遠距離側 (上限位置) の検出範囲を設定する多回転ボリュームで設定状態の確認が多回転のため困難になるのでレベルメータを併用し設定位置の確認作業を視覚化することにより誤設定が防止される。この場合任意の設定された限定範囲の上限位置が設定値の対象となる。

### 3.8 モニタモード切替スイッチ

#### a. MON (モニタモード)

アナログ出力を概略10分割しLEDドット表示させ位置情報を視覚化することによりおよその検出位置が簡単に認知できる。

#### b. NS (NS設定モニタモード)

6. のNS設定14回転ボリュームの任意の設定にたいし設定範囲の限値をLEDレベルメータで概略表示する。

#### c. FS (FS設定モニタモード)

7. のFS設定14回転ボリュームの任意の設定にたいし設定範囲の上限値をLEDレベルメータで概略表示する。このようにセンサ上部で全面的に操作部及び情報表示部とすることにより従来の光電スイッチよりは多機能で操作性においても優れたアンプ内蔵の小型測距方式センサの開発を行った。

## 4. 構成と機能

### 4.1 回路系

LEDからのパルス変調された光は、検出物体により拡散反射し、PSD上に集光される。PSDは4V程度で、逆バイアスされた状態で、 $I_1$ 、 $I_2$ を出力する。初段アンプで電流電圧変換されるため、PSDからみて負荷は、低インピーダンスとなるのでPSD応答は、 $1 \sim 2 \mu\text{s}$ である。電流電圧変換された信号は2段増幅された後、投光パルスより数 $\mu\text{s}$ 遅れたタイミングでサンプルホールドされ、アナログ割算器によりサンプルホールドの電圧比 $V_1/V_2$ を演算して距離の信号として、電圧の傾き及びレベルをボリュームにより調整後、電圧電流変換回路で $4 \sim 20\text{mA}$ の電流を距離に対して図6のように出力している。PSD上の光スポット強度は、検出物体までの距離と材質・色、等により変化するため、増幅波形が歪まなくまた割算を行うにも必要な電圧を得るためにサンプルホールドされた電圧をもとにLEDの発光パワーを変化させる光量帰還をかけている。光量が不足する場合や、光量過多の場合は、警報出力としてオープンコレクタ出力をONする。さらに光量不足では、アナログ出力は $4\text{mA}$ 以下にホールドされるようになっている。光量不足からある一定値以上の光量が得られて、応答速度が $5\text{mS}$ モードの時は約 $4\text{mS}$ 、 $50\text{mS}$ の時は約 $40\text{mS}$ 後にアナログ出力はホールド状態を解除され距離に応じた値を出力する。限定範囲の検出を可能とさせるためにON・OFF制御出力としてアナログ出力の上限値と下限値を多回転ボリュームでそれぞれ設定し、その間にアナログ出力値がある場合ONするオープンコレクタの出力を備えている。両オープンコレクタ出力は負荷短絡時には間欠的にはONを繰り返し、短絡状態が解消すれば自動復帰する短絡保護回路が付加されている。表示LEDは、電源表示、制御出力表示、警報出力表示とそれぞれ点灯する3個のLEDとアナログ出力のレベルに応

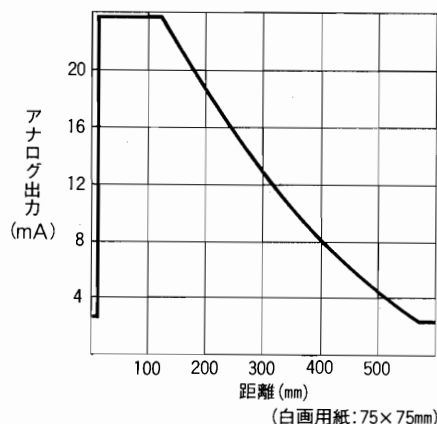


図6. アナログ出力距離特性

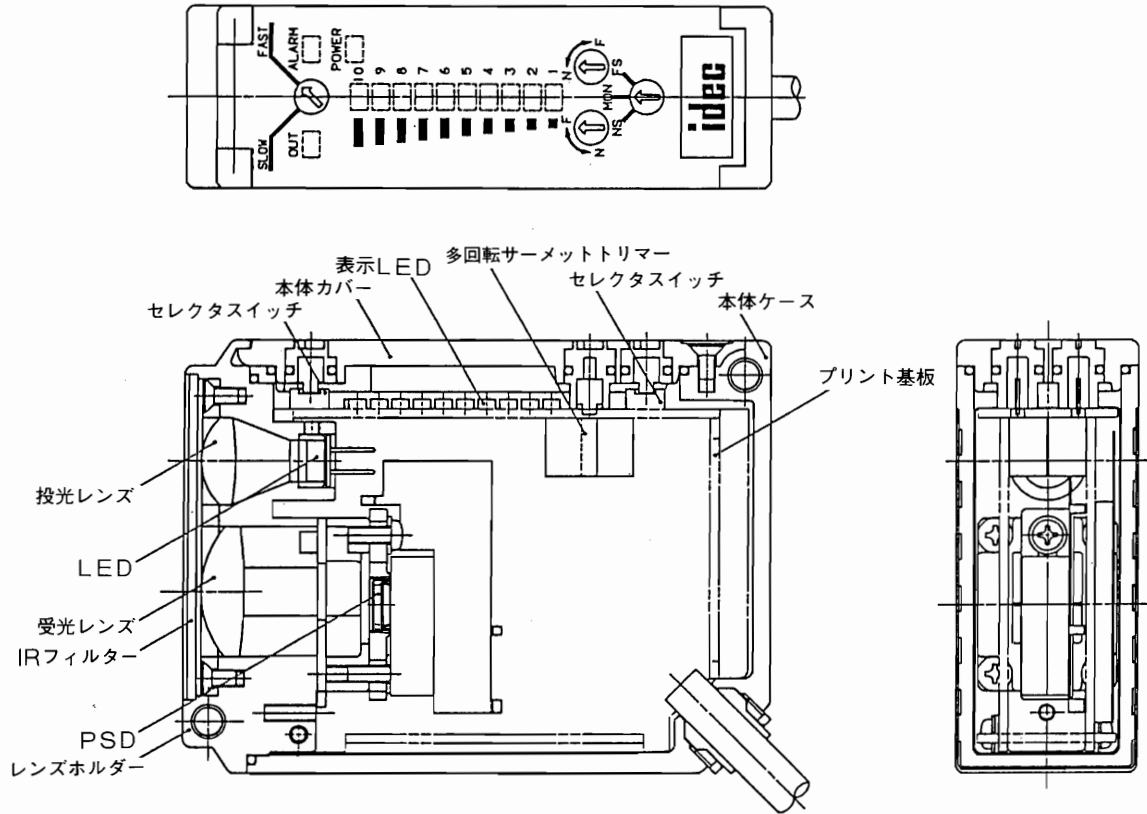


図7. 断面図

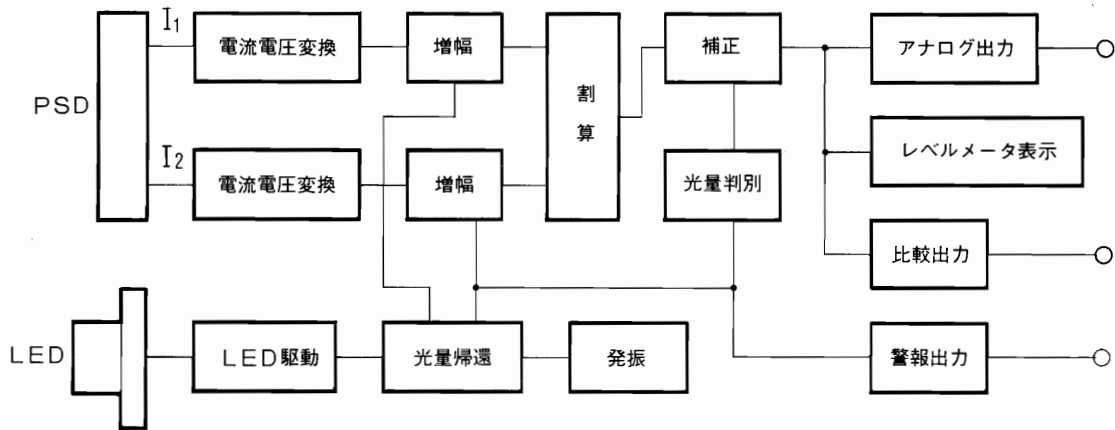


図8. 回路構成図

じて概略の値をドット表示する10点のLEDレベルメータがある。このレベルメータはモニタ用のスイッチを上限側 (FS), 下限側 (NS) にするとそれぞれの設定位置が概略表示され多回転ボリュームによる設定作業が容易であるよう配慮されている。

#### 4.2 光学系

##### 4.2.1 投光部

投光光学系は赤外発光ダイオードから照射された光ビームを効率よく集光し平行光に近いビーム状の光線に変

換し、できる限り光のエネルギー密度が低下しないよう考慮しなければならない。光学系のコンパクト化のため使用するレンズは、単レンズとし球面収差が補正可能な両非球面レンズを用いる。またレンズで光を集光する場合LEDの発光サイズが微小なほうが好ましいが発光面の面積と発光出力との間には最適な関係が存在し、むやみに小さくしたりすると出力の効率を低下させる。またLEDは理想的な点光源としては扱えず有限の大きさをもつ面発光光源であるため、レンズの開口径に有効に光ビームを照射するために指向特性の鋭い物を選択する必要がある。ここで投光用として使用しているレンズ径はセンサ

ヘッドの小型化に伴い $\phi 9.5$ ,  $BF = 9$  mmの非球面レンズを用いているので光学系の配置としてLEDから見たレンズ径に対する開口の角度は約 $\pm 26^\circ$ 程度となり, LEDの指向特性もこの角度内に絞られたもので発光効率の高いダブルヘロ構造のGaAlAsタイプでピーク発光波長 $\lambda p 880$  nmの近赤外高出力LEDを使用する。また赤外光を用いる理由としては被検出物体からの拡散反射率が可視光に比べ高いこと, 単色光で他の光源からの外乱光ノイズとの分離が可視光カットフィルタを受光側に装着し行えるなどのメリットがあるためである。

#### 4.2.2 受光光学部

受光側は投光側とは逆に検出物体から拡散反射された光をPSD上に有効に集光させると共に200~500mmの検出範囲における受光スポット光の移動に対応させるため図2に示した三角測量の原理より投受光レンズ間隔Dと受光レンズの焦点距離fと被検出物体までの距離Lとの関係によりスポットの移動量が求められる。図9に光学系の距離に対するスポット移動量を光学系CADによるシミュレーション結果と実際のPSDから得られた信号をもとに演算した移動量の比較を示す。ここで実測値の近距離側での移動量がシミュレーション結果と一致しないのは受光レンズの取差が近距離側で無視できなくなるのとスポット位置の変位量が急激に変化するためである。本センサではセンサヘッドの小型化及び近距離側のデッドゾーン(不感部分)の減少を考慮し投受光レンズ間隔Dと受光レンズの焦点距離fの最適値を決定した。図2に示した幾何学的な関係より求められる受光スポット光の移動量は

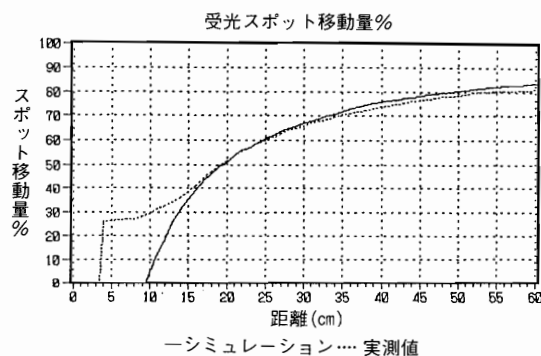


図9.

投受光レンズ間隔Dと受光レンズの焦点距離fが長いほうが大きくなり分解能は向上するが逆に近距離側のデッドゾーンが大きくなってしまうため限度がある。また被検出物体より拡散反射され受光レンズによりPSD上に集光される光エネルギーは距離の2乗に比例し減衰し数10mWで投光された光ビームが受光時には数100~10 $\mu$ W程度になってしまうためできる限り有効径の大きなレンズが望ましいがセンサの小型化を考慮しなければならず本センサでは幅21mm高さ, 40mm程度の小型光学ヘッド部を検討し有効な光学系の配置として, 受光レンズの有効径を $\phi 16$ , 焦点距離を16.5mm, 投受光レンズ中心距離を15mmとなるよう構成される。図10に球面および非球面レンズの光学系CADによる光線追跡のシミュレーション結果の断面図とスポットダイアグラムを示す。焦点距離の短縮と被検出物体からの拡散反射光が各距離にたいして受光レンズに入射する角度が変化するため取差を改善するにあたり両非球面レンズとし最適化を行った。

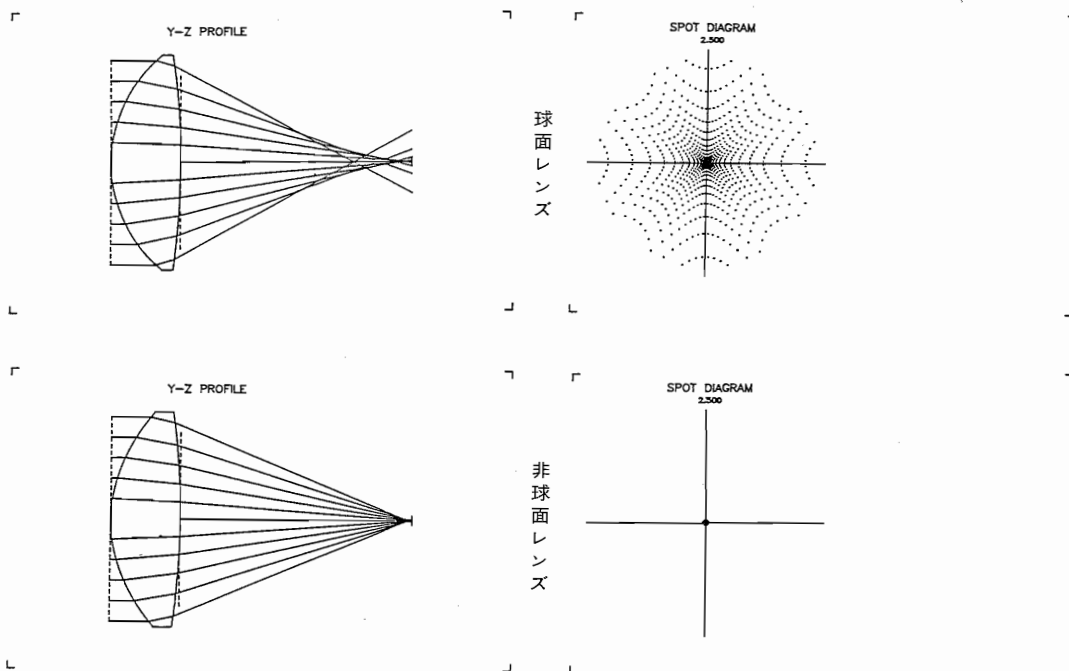


図10. 光線追跡

### 5. 使用上の注意事項

#### 5.1 アナログ電流出力

4~20mAの電流出力であるが、内部回路の回路電圧の制限により電圧は最大5Vまでしか出力できないため、抵抗により電流電圧変換する場合、抵抗値は250Ω以下でなければ20mAの電流値を出力しきれなくなる。内部回路は図11のようになっており、負荷抵抗RLにI<sub>0</sub>が流れるとすると次式が成り立つ。

$$I_0 R_L (R_1 R_4 - R_3 R_2 + R_1 R_5) + R_1 (R_3 + R_4) R_5 I_0 = \{(R_1 + R_2) R_4 + R_1 R_5\} V$$

$$R_1 R_4 - R_3 R_2 + R_1 R_5 = 0$$

であれば負荷RLによらず出力電流は一定であるが

$$R_4 : R_5 = 1 : 0.004$$

公称抵抗値としてはR<sub>1</sub>=R<sub>3</sub>, R<sub>2</sub>=R<sub>4</sub>としているが、最大2%変動するのでRLの値によりI<sub>0</sub>は最大4.4%変動する。

#### 5.2 アナログ電圧雑音

図2に示すようPSD上の光スポットの移動両xと検出物体までの距離Lは、 $x = f \cdot D / L$ となり、

$$\Delta x = -f \cdot D / L^2 \cdot \Delta L$$

となり、 $\Delta x$ は $\Delta L$ に対してLの2乗に反比例している。従って検出物体の距離変化によるPSD上での光スポットの位置変化は距離が遠くなれば、少なくなる。また、PSDの中心からの距離xとIの関係は

$$I_1 = I \cdot \frac{L - x}{2L} \quad a$$

$$I_2 = I \cdot \frac{L + x}{2L} \quad b$$

であり、回路ではI<sub>1</sub>/I<sub>2</sub>を演算して図6の様な距離と出力に関係している。

$$\Delta(I_1/I_2) = [\Delta I_1 + (I_1/I_2) \Delta I] / I_2$$

であり回路での雑音発生は増幅部にだけより一定の雑音があると考え、同一距離でI<sub>1</sub>/I<sub>2</sub>が変わらないときは出力雑音はI<sub>2</sub>に反比例している。電流Iは受光光量に比例し、距離の2乗に反比例する。遠くではI<sub>1</sub>/I<sub>2</sub>は式の関係で大きくなり、 $\Delta I_2$ と $\Delta I_1$ が変わらなければ、I<sub>1</sub>/I<sub>2</sub>の増加の為雑音は増える。以上より遠くなれば光量とI<sub>1</sub>/I<sub>2</sub>の変化により雑音は増加するので、検出範囲が狭い場合センサに近い側を使用したほうがよい。負荷249Ωで電圧変換したアナログ出力値の雑音値を図12に示す。雑音値は500μSの周期で129000回サンプリングしたP-P値である。20cmにおいて白と黒画用紙で雑音が同じなのは、光量帰還がかかりLEDの光量に変化することで、増幅された信号電流は白と黒で一定になっている領域のためである。35cm, 白画用紙, 5mSモードでの雑音による電圧値のばらつき

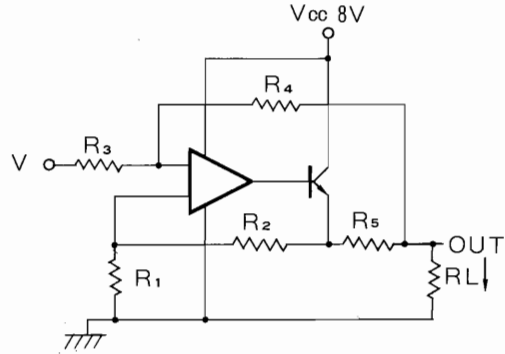


図11. 電圧電流変換回路

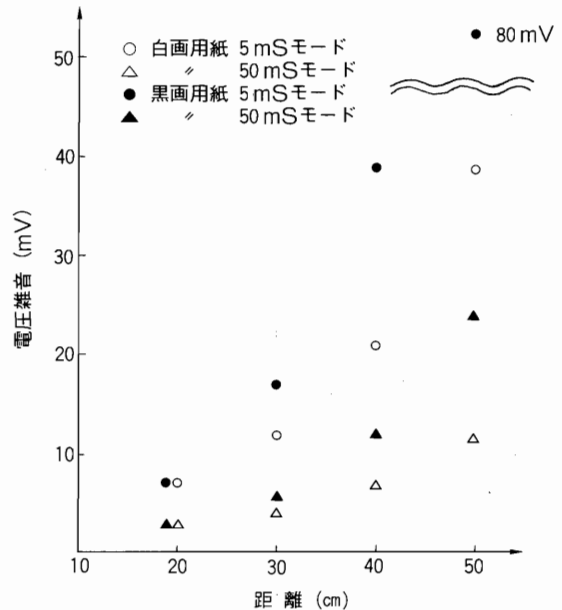


図12. アナログ雑音特性

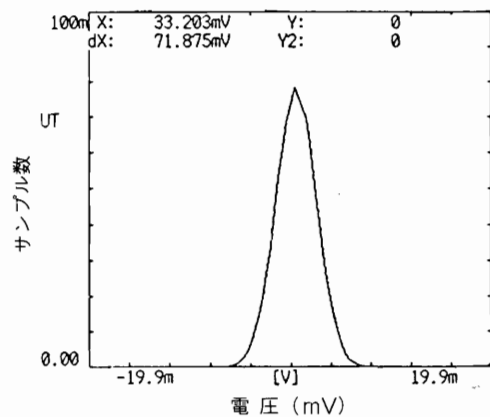


図13. アナログ電圧の雑音

の分布を図13に示す。

#### 5.3 応答速度

5mSモードと50mSモードの切り替えは、アナログ計算の出力の高周波カットのコンデンサの値を替えておこなっている。応答速度のモードを切り替えた場合の出力

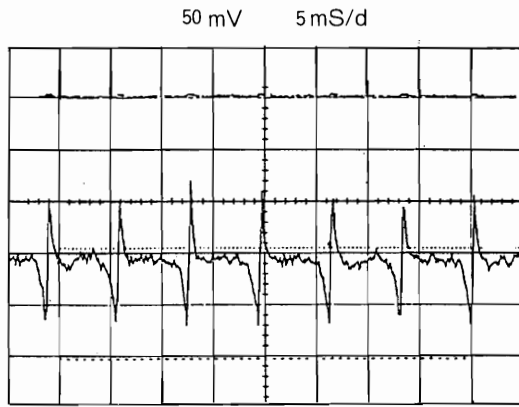


図14. 相互干渉による電圧変動

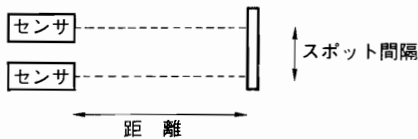
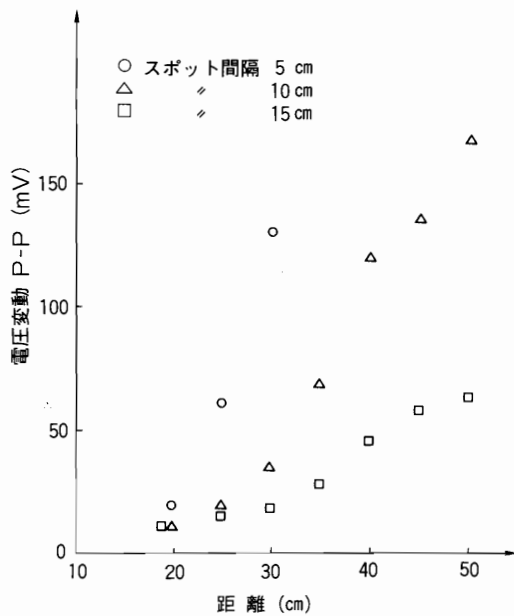


図15. 相互干渉特性

雑音値の変化を図12に示す。

5.4 相互干渉

複数のセンサを接近した状態で使用する場合、他の隣接したセンサより投光された光スポットからの反射光に影響を受けた状態で、PSD上に集光されてしまい、本来の光重心位置からのズレを生じる。投光ビームはパルス変調され変調周期に同期したタイミングでサンプルホールドされているため、各センサの微妙な投光周期のズレにより、投光のタイミングが接近した場合に相互干渉を起こしたビートが発生する。センサから30cmに画用紙を置き、センサ同士のスポット間隔が5cmの場合の(アナ

ログ) 出力を図14にしめす。スポット間隔と検出距離による出力の変動のP-P値の代表例を図15に示す。出力の平均値は、増幅回路が飽和しなければ変化しないので、応答速度を50mSモードにすれば変動は少なくなる。また、電圧計のような応答の遅いもので出力をモニタする場合は変動が観測されない場合があるので注意が必要となる。

5.5 センサヘッドに対する各方向からの通過特性について

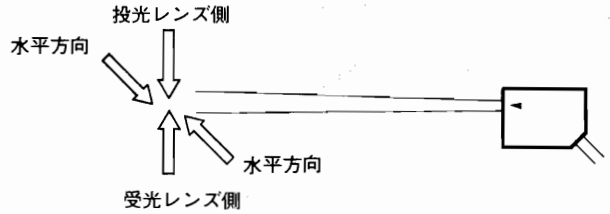


図16.

被検出物体が図16に示すような上下左右各方向から移動してくる場合光学系の配置によりPSDに対するスポット移動方向つまり上下方向では投光光学系と受光光学系の配置に対称性が無いため図17に示す方向から非検出物体が投光光学系側より移動する場合と受光光学系側から移動する場合とでは受光スポット像の重心位置が変化する。図18に示すようアナログ出力が各移動方向に対して変化する図18Aに投光光学系側より0.1mmステップで移動させた場合の出力の変化を示す。図18Bは光学系の配置にたいし対

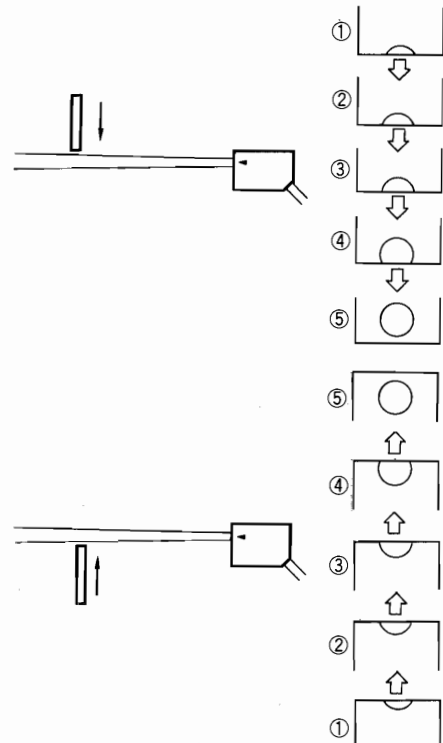


図17.



各方向移動アナログ出力

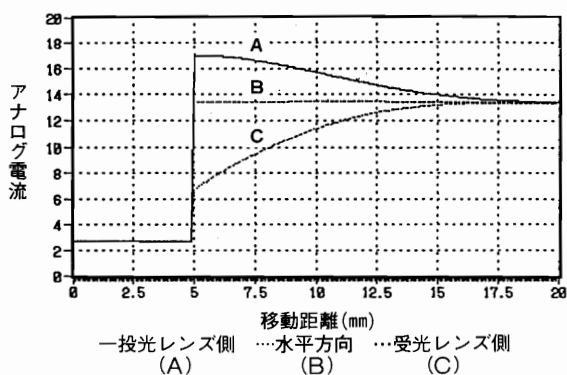


図18.

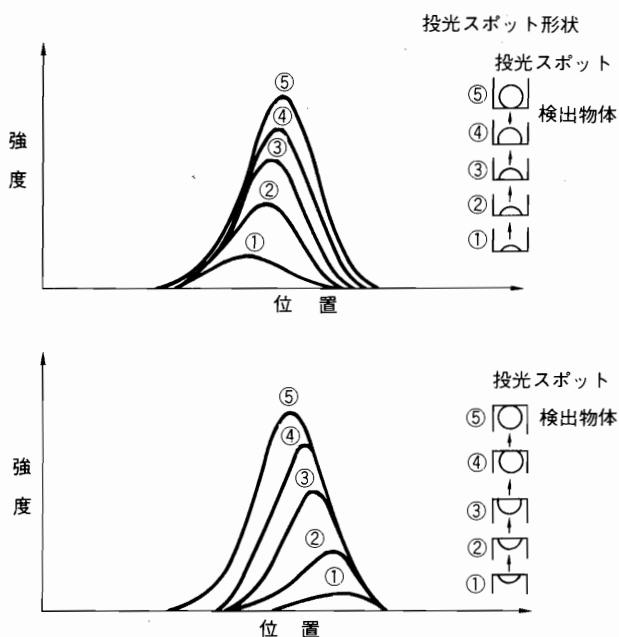


図19.

称性の得られる方向, 図18Cに受光光学系側より移動させた場合の出力の変化を示す。これは投光光学系側から受光光学系側へと被検出物体が移動し, 投光ビームが被検出物体に不完全な形で段階的に照射されるためである。この受光スポット像の変化を一次元ラインセンサによりモニタした結果を図19に示す。図19に示すように受光光学系に拡散反射される投光ビームの重心位置が段階的に変化してしまい, PSD上の受光スポットの重心位置が変化することになり, 受光光学系側からの移動にたいしては近距離側へと誤差をとめない投光スポットが完全な形となった状態で集束し, 逆に投光光学側からの移動にたいしては遠距離側へと誤差をとめない集束する。よってセンサの取付け方向には図20に示すよう注意する必要がある。確実な検出方法としては投光ビームを完全に被検出物体に照射された状態で同期させるよう同期用のセンサを併用して信号処理すればよい。

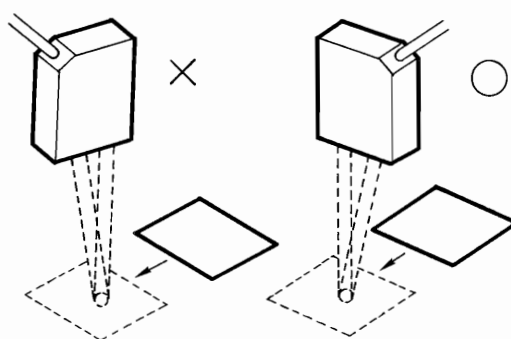


図20. 検出方向

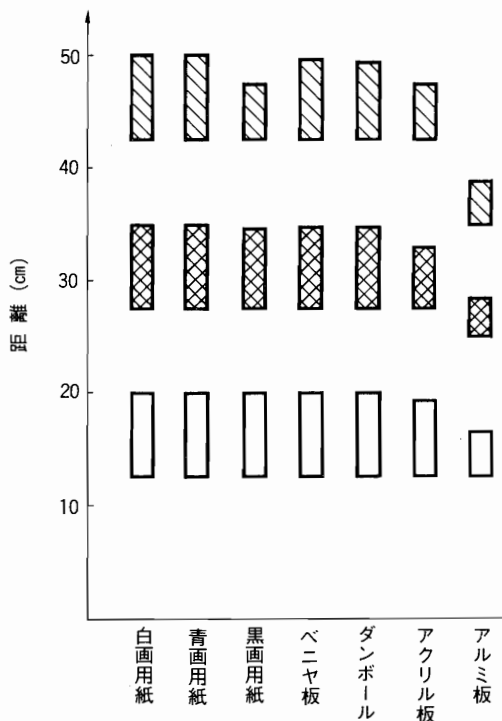


図21. 材料による距離変動

5.6 材料別距離特性

白画用紙の50cm, 35cm, 20cmにおける出力に相当する他の材料の距離を図21に示す。ベニヤ板, ダンボール, 色画用紙は, 黒画用紙の50cmを除いて白画用紙との距離変動は少ない。これに対してアクリル板(光沢), アルミ板の変動は大きい。距離が材料により変動する要因として, 反射光量の変化, 図22-bと反射パターンの変化(反射角度による強度の変化, 図22-c)によると考えられる。ベニヤ板, 画用紙等, 光沢のない材料では反射パターンは拡散反射が主で角度により反射光量が大きくは変化しない。黒画用紙で50cmの距離において変動があるのは, 50cmでは光量が不足して光量警報を出力するとともにアナログ出力が4mA以下にホールドされる為で, 図21に示した距離は光量不足が解除される距離である。光沢のある材料は正反射の角度にたいして反射が強く, 反射パタ

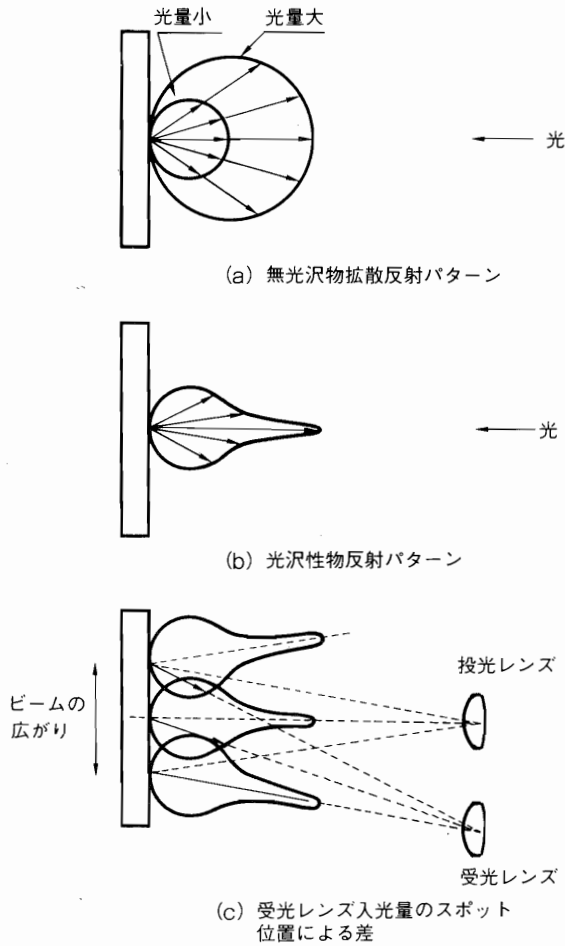


図22.

表 3. 光沢度

材 料	光 沢 度	材 料	光 沢 度
画 用 紙	3	ダンボール	3
コ ー ト 紙	30	ベ ニ ャ 板	3
フ ィ ル ム コ ー ト 紙	80	ア ク リ ル 板	90

ーンは白画用紙と異なる。LEDから投光レンズでしぼられたスポット光が検出物体にあたるが、スポット光の上側と下側では受光レンズに向かって反射する角度に差があり、角度により反射強度が強く違えば物体のスポット光横切り時出力が変動するのと似た現象となる。スポットの上側の反射が強いと出力は近距離側に変位し、下側の反射が強いと遠距離側に変位する。また、PSDに集光される光量自体も白画用紙に対して違う。図21の距離は検出物体とセンサは正対させている場合だが、光沢のある材料ではセンサにたいする角度により、上記理由で出力は大きく変化し、他の材料に対して図21のような割合の出力が出るとは限らない。表3に光沢計で図った光沢度を示す。光沢度は光沢基準板からの反射光の強さの比で、屈折率1.567のガラス板表面を基準として100としている。図23参照

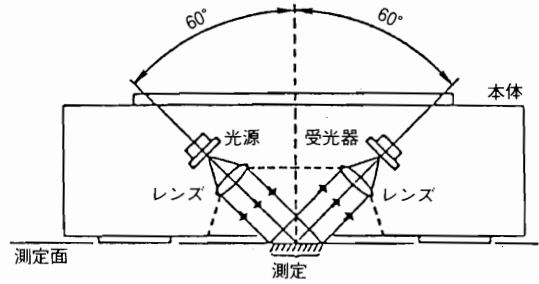


図23. 光沢度測定法

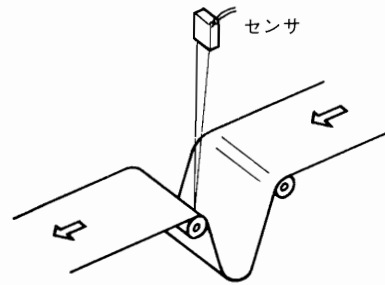


図24. たるみ制御

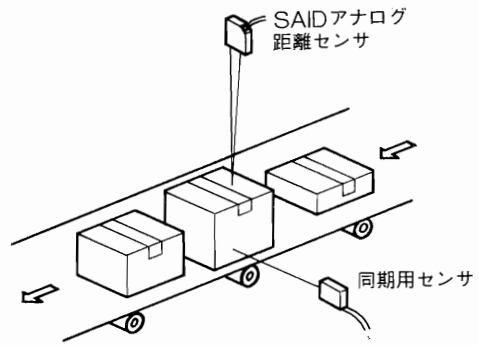


図25. 箱大きさ選別

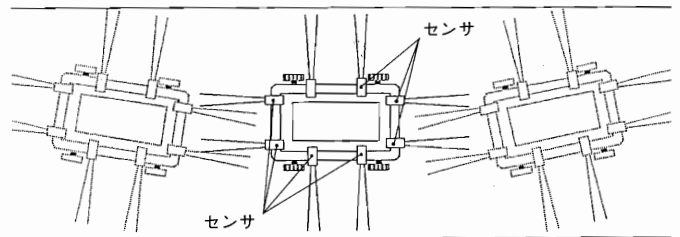


図26. 姿勢制御

## 6. 応用例

1. うどん、そばなどの製麺機にアナログ出力を利用した、たるみ制御。図24
2. 物流システムでのダンボール箱などの高さ、形状判別。図25
3. 自動搬送台車の姿勢制御、衝突防止。図26

## おわりに

測距式光電センサは、FA用光電センサ群の中にあつて、ますます重要な役割を担っていくものと予想され、長距離化、高精度化、高機能化が進展するものと考えられる。

今度は、多様化するユーザーニーズに適切にこたえたセンサを、タイムリーに市場に提供していきたいと考えている。

## 〈参考文献〉

浜松ホトニクス株式会社 1987年10月 半導体位置検出素子カタログ

