

SA1C 形光電スイッチの開発

鷹尾 健*¹⁾ 川口 誠*²⁾ 庄司 克博*³⁾ 道古 隆明*⁴⁾

1. はじめに

光を検出媒体とした光電スイッチは、ディスクリートな状態を非接触な方法で検出できるセンサである。制御を行うためには、制御対象の状態を知ることが何よりも重要となるが、センサはこの状態情報をキャッチするために欠かせない制御機器である。いまさらセンサの重要性を強調するまでもないが、制御の効果は、センサの善し悪しにより左右されるといっても過言ではない。

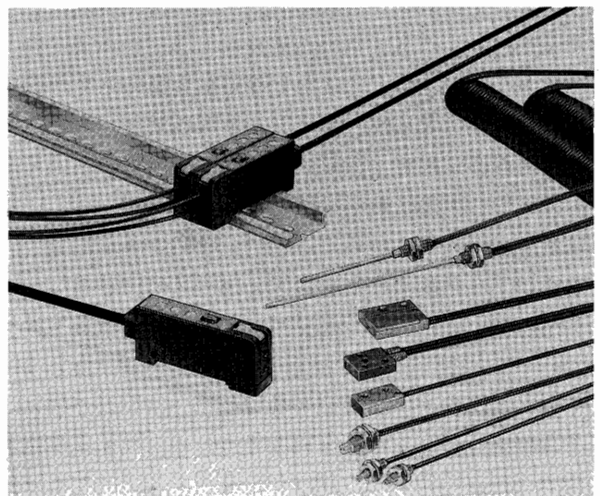
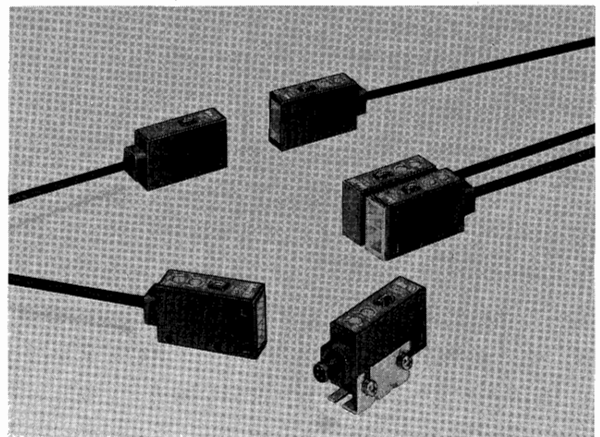
日本電子工業振興会のセンサ統計専門委員会の調査によるとセンサの生産実績は昭和62年度の3526億円から平成2年度には5037億円へと大幅に伸びている。これはセンサが製造を中心とした産業だけでなく、他の産業でも大量に使われていることを示している。中でも、光センサは全体の約23%を占めセンサ市場拡大の牽引的役割を果たしている。光電スイッチは光センサのカテゴリに入る非接触検出スイッチであるが、検出範囲が広いこと、使いやすく小形で設計者の自由度が大きいこと、比較的低価格である、などの理由から広範囲にわたり使用されている。また、ユーザがより安全に、より使いやすくすることを目的として、JISやIEC規格の整備や充実がはかられてきている。

当社には、以前から、光電スイッチシリーズとして、使用電源の種類を問わないフリー電源形光電スイッチや取り付けスペースを削減した薄型光電スイッチなど、その使用目的や用途にそくした製品のシリーズ化を行ってきた。

近年、自動化の進展には著しいものがあり、FA現場の機械や設備運転の自動化だけでなく、生産ライン全体の自動化はもとより、工場全体の自動化を構築しようとする動きが活発化している。多品種少量/変品種変量生産を目指し、市場の要求に敏感な生産システムの構築を、コンピュータやPCの能力をフルに活用し、工場全体の自動化を行うことによって実現する方法は「CIM」と呼ばれている。生産現場だけでなく、管理部門や物流部門等

をネットワークで結合し、「制御は分散化、情報は統合化」を目指した生産環境の実現が目標である。

このような自動化の急速な進展は、制御システムの広域化、大規模化、制御の分散化等を促進し、多様な目的のため益々多くのセンサを必要とし、センサの役割はいよいよその重要性を増しているが、一方、このような新しい自動化環境に適したセンサへの要求も一段と厳しいものになってきている。光電スイッチにおいても、センサの基本的な条件である、長期使用に耐える安定したセンシング機能の実現、はもとより、より一層の高性能化、耐環境性の向上、高信頼化、低価格化等が求められている。他方、オプトエレクトロニクスデバイスの進歩やマイクロエレクトロニクスの進歩は目ざましく、これ



* 1) 第二事業部 センサプロジェクト 設計技術部
 * 2) 第二事業部 センサプロジェクト 設計技術部
 * 3) 第二事業部 センサプロジェクト 設計技術部
 * 4) 第二事業部 センサプロジェクト 設計技術部

らの先端技術は、光電スイッチの小形化、情報化、インテリジェント化に重要な貢献をなしうるものと期待されている。

そこで当社では、このようなFAでの急速な制御環境の変化に対応し、新しい市場ニーズにこたえることが出来る光電スイッチの新シリーズが必要と考え、小形汎用光電スイッチシリーズ、SA1Cシリーズの開発を行ってきた。SA1Cシリーズは、高度な自動化環境下で要求される、高性能化、耐環境性の向上、高信頼化等の条件と、小形化という条件を同時に満たすため、主要信号処理部に専用IC(ASIC: A SPECIFIC INTEGRATED CIRCUIT)を用いた、汎用光電スイッチである。SA1CシリーズはFA分野での使用だけでなく、幅広い自動化ニーズにこたえうるものと考えている。

本稿では、SA1Cシリーズの内容について紹介すると共に、使用上重要となる技術的なポイントについて、専用カスタムICを中心に説明を行う。さらに、光学系やオプトデバイスについて簡単にふれ、最後に、今後の方向についても簡単にふれる。

2. 開発のねらい

一般に、光電スイッチは、その構成から見ると、

- (1) アンプ内蔵形
- (2) アンプ分離形
- (3) 電源内蔵形

の3種類に分けられるが、今回はこの中で、アンプ内蔵形につき、その応用製品であるファイバ形も含めて製品開発を行った。従来、これらに該当するものとして、ISAシリーズが存在し、市場でご好評を戴いている。しかしながら、自動化環境の変化に伴う新しい市場ニーズにこたえ、更に高機能、高性能な光電スイッチの開発を行うため、専用カスタムICの設計/開発を踏まえた新しい光電スイッチの商品コンセプトを検討し、その結果、次の5項目を主要なコンセプトと定め、商品開発の大きな目標とした。

1) 多様な検出ニーズにこたえる豊富な製品シリーズ化
レンズタイプとして、透過形、拡散反射形、回帰反射形の従来機種に加え、新しく偏光式回帰反射形、小スポット反射形、限定反射形を用意する。

ファイバタイプにおいては、赤色LEDを光源として用いた標準アンプユニットの他に、マーク検出に適した緑色LEDタイプと赤色LEDタイプの高速タイプを用意する。

2) 検出精度の向上を目指す高性能化

長距離検出、高速応答を実現するため、投光受光素子を含めた独自の光学系の設計と、高速かつハイゲイン特

性を持つアンプをカスタムICに内蔵する。

3) 付加機能による信頼性の向上

光電スイッチを密着取り付けしたときに発生する相互干渉を防止する機能と、レンズ面の汚れ等に起因する受光レベルの低下による動作不安定状態を事前に検出するため、自己診断機能を付加する。

4) 耐環境性の向上

耐水性、耐薬品性、耐ノイズ性、耐外乱光などの耐環境性の向上に配慮した、小型で堅牢な光電スイッチを開発する。

5) 使い易さを重視し、設置工数をセーブ

ケーブル接続方式にコネクタを採用し、配線時の省工数を実現する。また、ファイバケーブルの着脱がワンタッチで行える機構を採用する。

3. 製品仕様

表1に製品の仕様概略を示している。ここで限定反射形とは、光電スイッチ本体から至近距離での不感帯の低減と、検出物体以外の背景の影響を極力抑えたもので、近距離反射形とも呼んでいる。ファイバタイプの高速形は、専用カスタムICの高速モードを利用して、高速信号処理を実現している。なお、ファイバユニットとしては、350℃の高温下で使用可能な耐熱ファイバやファイバケーブルの軸と直角方向に開口を持ったサイドビューファイバも用意している。

更に、出力方式には、NPN出力と自己診断出力タイプ、NPNとPNPの両出力タイプの2種を用意しており、接続方式には、ケーブルタイプとコネクタタイプの2種をそろえて、総合計36機種で、様々な検出用途に応じられる製品シリーズ化を行っている。

4. 各部の構成

4.1 電子回路系の構成

4.1.1 全体回路

図1に自己診断機能付き拡散反射形光電スイッチSA1C-DN3Sの具体的な回路を示す。ここで、キーデバイスである専用カスタムICの周辺には、以下の各回路がわずかなディスクリート素子で組まれている。

- 1) 投光回路
- 2) 受光回路
- 3) 信号増幅及び感度調整回路
- 4) 動作モード切り替え回路
- 5) LED状態表示回路
- 6) 自己診断出力回路

表1. SA1C形光電スイッチの主な仕様

種類	SA1C形光電スイッチ								
	レンズタイプ						ファイバタイプ		
検出方式	透過形	回帰反射形	偏光式回帰反射形	拡散反射形	限定反射形	小スポット反射形	標準形(赤色)	標準形(緑色)	高速形
形式	SA1C-TN3S	SA1C-RN3S	SA1C-PN3S	SA1C-DN3S	SA1C-GN3S	SA1C-NN3S	SA1C-FN3E	SA1C-FN3EG	SA1C-FID3E
	TN3SC	RN3SC	PN3SC	DN3SC	GN3SB	NN3SC	FN3EC	FN3EGC	FIN3EC
	TD3	RD3	PD3	DD3	GD3	ND3	FD3F	FD3FG	FID3F
	TD3C	RD3C	PD3C	DD3C	GD3C	ND3C	FD3FC	FD3FGC	FID3FC
検出距離	10m	5m	3m	60cm	8cm	10cm	60mm #1	7mm #1	20mm #1
投光素子	赤色LED		赤色LED	赤外LED		赤色LED		緑色LED	赤色LED
電源電圧	DC12、24V (使用電圧範囲 DC10~30V)								
制御出力	①.NPN&自己診断出力(NPN)-短絡保護付 第1出力………NPNオープンコレクタDC30V/100mA/1.2Vmax 第2出力(自己診断)…NPNオープンコレクタDC30V/50mA/1.2Vmax 注.自己診断出力は不安定入光状態が0.3秒以上続くとき出力がONとなる。				②.NPN&PNP……短絡保護付 第1出力……NPNオープンコレクタDC30V/100mA/1.2Vmax 第2出力……PNPオープンコレクタDC30V/200mA/2.0Vmax				
	0.5ms以下						50μs以下		
OFF ディレイタイム	なし						0~100ms (ポリウムにて可変)		
動作形態	ダークオン又はライトオン (ポリウムにて切替)								
動作表示	動作表示: 赤色LED (OUT) 安定レベル表示: 緑色LED (STABI) ファイバタイプではフラッシング表示								
使用温度範囲	-25~+55℃ (但し氷結しないこと)								
保護構造	IP67 (IEC Pub. 529) ただしコネクタ方式はIP66 (IEC Pub. 529)						IP66 (IEC Pub. 529)		
接続方式	①. ケーブル引出し方式 4芯または2芯 ビニルキャプタイヤコード 2m、0.2mm ² 、φ4(ケーブル色はIECに準拠) ②. コネクタ方式 φ8 4ピンまたは3ピン (2mケーブル別、ケーブル色はIECに準拠)								
備考	#1: ファイバタイプの検出距離はファイバユニットSA9F-DS3Iによる								

7) 出力保護回路

8) 電源フィルター回路

この回路からも判る様に主要な電子回路は、IC化されている。

4.1.2 専用カスタムIC

この専用カスタムICは、アナログ・デジタル混在の高耐圧 BiCMOS(バイシーモス)プロセスを採用することにより、高性能、高集積化が図られている。IC内部には、定電圧、発振、信号増幅、信号処理、出力等の各回路を備えているので、投受光素子などの必要最少限の外付け部品を付加することにより、容易に小型で高性能な各種光電スイッチを構成できる。

1) 主な特長

このICの主な特長は、次の様なものである。

- ① 使用電源電圧範囲が広い。
- ② 低消費電力である。
- ③ 低電圧使用時に、極小消費電流で動作可能である。
- ④ パッケージが小型である。
- ⑤ 広帯域で高利得、高速な増幅器をもつ。
- ⑥ 応答速度が速い。
(標準時0.5msと高速時50μs可能)
- ⑦ 相互干渉防止機能がある。
- ⑧ 定電圧回路を内蔵している。
- ⑨ クロック発振器を内蔵している。

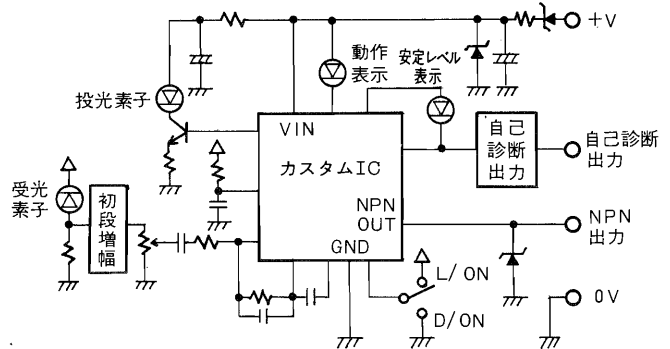


図1 SA1C-DN3Sの回路例

- ⑩ NPN及びPNP出力回路を内蔵している。
- ⑪ 両出力共に短絡保護機能がある。
- ⑫ タイマー回路が付加できる。
- ⑬ 各種動作モードの切り替えができる。
(同期/非同期、ライトオン/ダークオン、デジタル積分段数、入光表示/動作表示)

2) BiCMOSの構造

BJT(バイポーラトランジスタ)とCMOS-FET(相補形モス電界効果トランジスタ)とが同一シリコン基板上に混在する集積回路技術は、BiCMOSと呼ばれる。

ここでBJTは、利得帯域幅積ftなどの高周波特性が良いので高速に動作でき、広帯域の増幅器を構成し易く、相互コンダクタンスgmが大きいため高利得が得やすい。また負荷駆動能力にも優れており、入出力回路にも向い

ている。他方、CMOSは高集積密度かつ低消費電力の論理回路に向いている。

BiCMOSは、この両者の長をうまく利用したものである。参考までに、高精度BiCMOSデバイスの構成の一例を図2に示す。

3) IC内部回路の構成と動作

図3に示すIC内部回路の構成ブロック図を用いて、その動作を述べる。

まず電源端子に所定の直流電圧を入力すると、定電圧回路から温度特性の良い定電圧が発生する。その定電圧から抵抗とコンデンサからなる直列回路を発振回路へ外付けすると、基本クロックパルスが発生する。このパルスは分周器で分周されて投光パルスとなる。この投光パルスは、外部の投光素子を駆動し、投光素子はパルス光を放射する。

戻って来たパルス光は、外部の受光素子により光電変換され受光信号となり、増幅回路で増幅される。その増幅率は、外付けの2個の抵抗の設定により変えることができる。この増幅されたアナログの受光信号は、コンパレータ回路で所定のしきい値電圧と比較されてデジタル信号へ変換される。

更に、このデジタル信号は、そのレベルに応じて安定レベル表示や動作表示をするためのLED駆動回路へ伝達される。また一方、SN比を高めるためのデジタル積分回路や相互干渉防止回路等を経て、出力回路へ伝達され制御出力信号として外部へ出力される。NPN出力は内蔵のNPNトランジスタを通して、PNP出力は内蔵のPNP出力駆動回路と外付けのPNPトランジスタを通して出力される。

これらの回路ブロックには、新規に考案した技術が取り入れられており、その内の代表的なものを次に述べる。

4) デジタル積分回路

これは、受光信号中にノイズが混入している場合にSN比を高め誤動作を防止するための回路であり、従来用いられていた方法は、アナログ積分回路と呼ぶもので抵抗とコンデンサの時定数を利用して受光信号をアナログ的に積分するものであった。

しかし一発の強いノイズが混入すると誤動作する可能性があり、IC化する際に容量値の大きなコンデンサを形成できないという欠点があった。このデジタル積分回路は、これらのアナログ式の欠点を解消するものであり、図4を用いてその原理を述べる。

この図において、(A)は受光素子に入射したパルス光を光電変換後に増幅し、コンパレータ回路で2値化した後の受光信号パルス列である。(B)はデジタル積分回路を通じた出力信号である。

ここで最初に、受光信号がなく(A)がローレベルで、(B)もローレベルとする。その後連続して8回受光信号が入

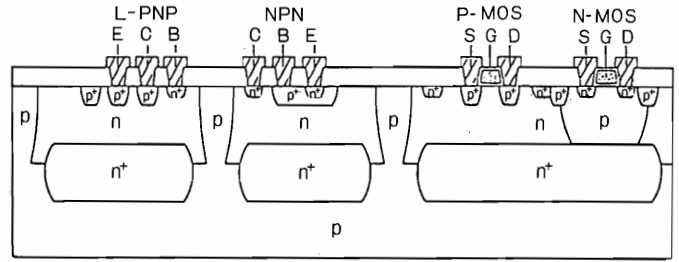


図2 BiCMOSの構成

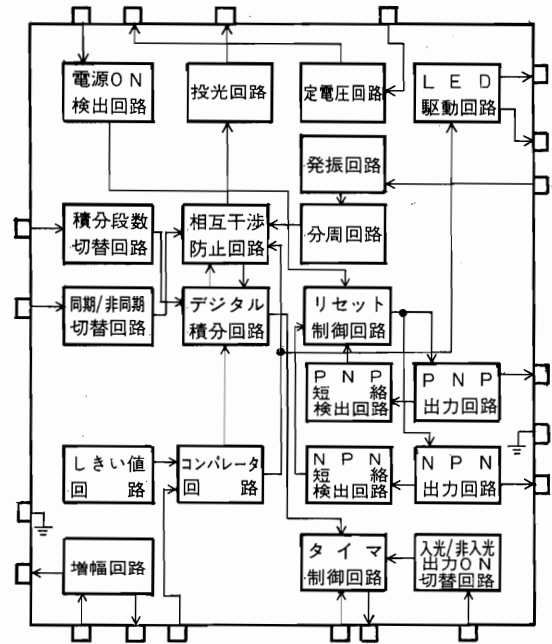
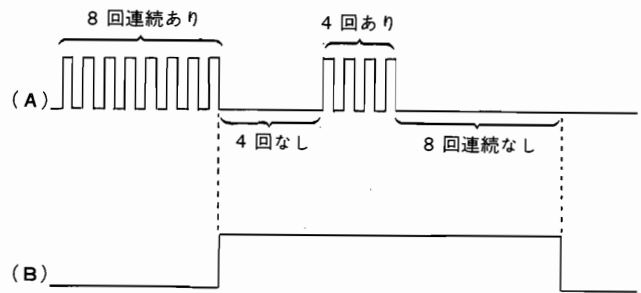


図3 ICの構成ブロック図



(A) : 受光信号パルス列
(B) : デジタル積分回路後の信号

図4 デジタル積分回路の動作

ると、初めて(B)がハイレベルになる。途中、ノイズにより受光信号が4回(7回まで同じ)欠けても(B)はローレベルに落ちず、8回連続して欠けた時点で初めて(B)がローレベルに落ちる様になっている。

この方法により、8回連続してノイズが入らない限り誤動作せず、投光パルスの周波数よりも低い周波数のノイズが除去でき、通常においては十分な耐ノイズ性を持っている。

5) 相互干渉防止回路

これは光电スイッチを2台並列して設置した場合などに、双方の投光パルスが影響し合うために出力がチャタリングをおこすという現象を自動的に防止する回路である。

一般に光电スイッチの相互干渉は、図5.aの様に2台(A、Bとする)の光电スイッチの投光パルスの周期がきわめて近い場合に、投光タイミングが重なり合い、相互に影響をあたえ出力が誤動作するために起こる。

そこで図5.aの後半部の様に、(B)の光电スイッチ側で自機の投光パルスとは異なる受光信号(ここでは(A)の信号)を投光パルスの近傍で見つけた時、自機の投光パルスを時間的にずらせて投光タイミングの重なりを避ける。

この投光タイミングの重なりを避ける方法には種々のものが考えられ、今回は新しく独自なものを考案し用いているのでそれを次に述べる。

一般の光电スイッチの投光パルス周期は、通常状態(相互干渉防止動作をしていない時)では、図5.aに示す様に等周期である。これに対して当社の光电スイッチは、図5.bの様に通常状態において、長周期と短周期を交互に繰り返す。そして長周期パルスの直前に、他機からの投光パルスが受光信号として検出された時には、本来であれば次周期は短周期であるが、次周期も前周期と同じ長周期を2回続ける方法を主として用いている。この様にすることで、通常において2台までの同一の光电スイッチでの相互干渉防止機能が働く様にしている。

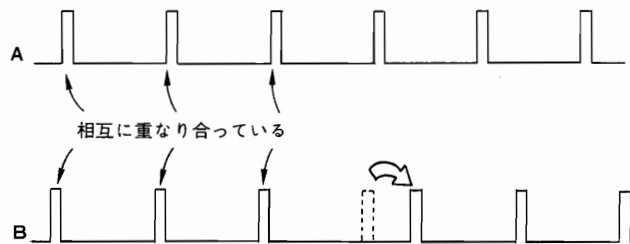
4.1.3 付加機能回路

ICに内蔵できる機能は、パッケージのピン数などに制限され余り多くできない。そこで、IC外部に回路を組んで付加機能を実現しているの、それについて述べる。

1) 自己診断出力回路

光电スイッチを長期間使用していると、レンズ面が汚れて受光レベルが徐々に低下し、動作レベルを下回ることがあるが、それを未然に知ることができれば有効である。この様に光电スイッチを設置後、なんらかの環境変化に対するその余裕度を表すための警報出力が自己診断出力である。図6に示す動作チャートの様に、安定レベル表示灯がオフし、その状態が0.3秒以上続くと出力オンとなり、安定レベル表示灯がオンすると出力オフとなる。

通常の検出物体の通過速度であれば、0.3秒以上動作レベル近くに停滞することはきわめて少ないため、温度、電圧、ほこり等による光量の低下や微妙な光軸のズレの影響を正しく表示することができる。



A、Bは投光周期が似ている光电スイッチの投光パルス波形

図5.a 相互干渉防止について

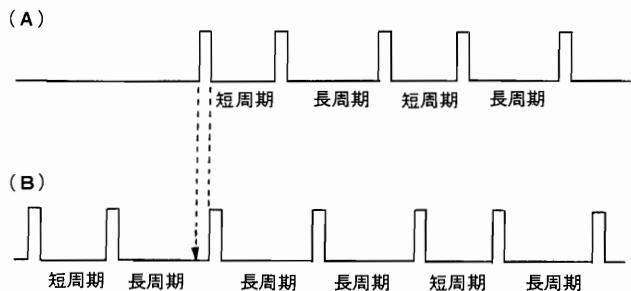


図5.b 当社の相互干渉防止方法

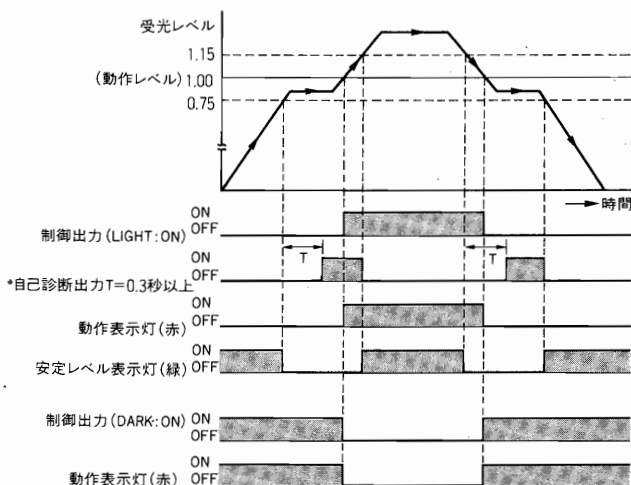


図6 動作チャート図

2) フラッシング回路

この回路は、ファイバ形光电スイッチの最適な光軸合わせを容易にするために、受光信号が動作レベルの2倍以下の時に安定レベル表示灯をフラッシングさせるものである。ファイバ形光电スイッチ以外にも、将来的にはレンズタイプの透過形への適用も考えている。

4.1.4 その他のICの応用例

1) 交流2線式/3線式

このICは、低電圧、極小消費電流で動作できるローバ

ワームモードを持ち、交流2線式や3線式へ応用可能であり、その内の交流2線式について図7に示す。

2) オフディレイタイマ付き

このICには、抵抗とコンデンサを外付けするだけで組める簡易オフディレイタイマ機能があり、小物の通過検出用途が多いファイバ形光電スイッチにおいて、出力のパルス幅を広げ、プログラマブルコントローラなどへの入力容易となるよう構成されている。

以上述べた様に、検出精度の向上のため、専用カスタムICを新しく設計し高性能化を図り、ICに内蔵されていない機能は外部に付加回路を組んで信頼性と使い易さの向上を行った。また電気ノイズや外乱光に対する耐久性も向上させた。

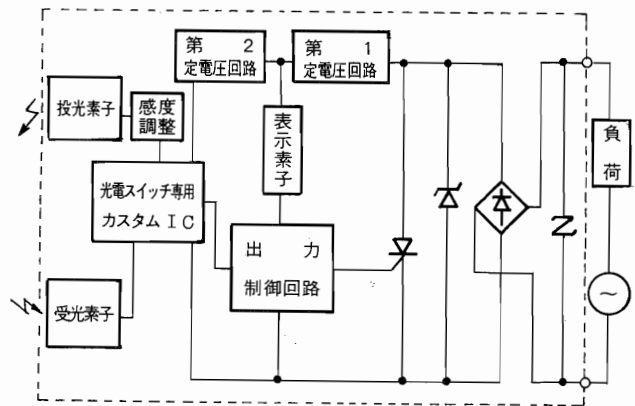


図7 AC2線式拡散反射形

4.2 機構系の構成

4.2.1 従来のケーシング方式と問題点

耐水性を考慮したケーシング方式には、いままで2つの方法が存在する。ひとつはケースとカバーの接合部を超音波の振動による摩擦熱によって溶着させる超音波溶着方式であり、他はケースの一部分に開口を設け、エポキシなどの熱硬化性樹脂を注入して内部を埋める樹脂充填方式である。

しかし前者の方式は、完全な密着状態を得るための装置動作条件の選択に工数を必要とすることや溶着時の超音波振動の電子部品やハンダ付部への影響がさけ難く、また後者の方式は、特に光電スイッチの場合、投受光素子などの光学系部分に樹脂が回り込まない様にする必要性から、密着性を上げる真空充填は、実現が困難な面がある一方、充填・硬化に工数がかかる為、量産化には不向きな工法であった。

4.2.2 一体成形方式

前述した問題点を解決し、耐水性や耐薬品性などの耐環境性を向上させるため、今回は図8の様に組み立てた部品を金型内に挿入し、金型と部品との間に樹脂を射出成形してケーシングする一体成形方式を用いた。この工法は、内部の電子部品へのダメージ(振動・熱等)を極力押えながら熱可塑性樹脂の射出成形の特性である、省工数を実現し、量産化も可能にした新しい工法である。

1) 成形材料

ケース内に収める部品への影響等を考えると、

- ① 低圧、低速成形のため流動性がよいこと。
(射出圧力500kg/cm²以下)
- ② 線膨張係数が挿入する鉄板に近いこと。
- ③ 耐薬品性が優れていること。

等の条件があり、今回はそれらをほぼ満たす液晶高分子樹脂(LCP)を採用した。

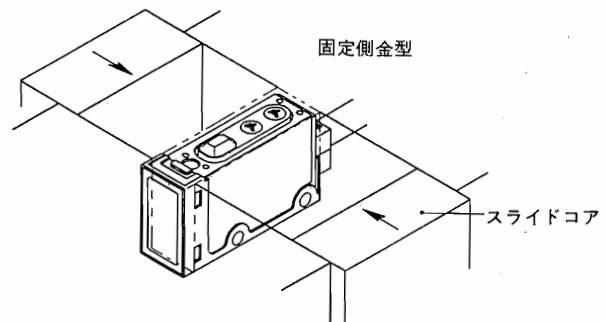


図8 一体成形の方式

2) 成形条件

一体成形を良好に行うためには、

- ① 金型温度
- ② 樹脂温度
- ③ 射出速度(1次、2次)
- ④ 射出圧力(1次、2次)
- ⑤ 射出切り替え位置
- ⑥ 計量値
- ⑦ 計量時間

等の制御因子が考えられ、これらについてパラメータ設計法を用いて最適成形条件を算出した。これらの因子の中で特に重要なのは、樹脂温度である。それは、樹脂温度が低ければ、金型内に挿入した部品との密着性が悪くなり、また高ければ、樹脂が分解したり成形機のノズルから漏れ、計量値が変わってくるからである。

参考までに図9に、レンズタイプの代表例として拡散反射形の断面図を示す。

4.2.3 接続部の操作性

1) ケーブルのコネクタ化

センサ本体と外部の電源や制御機器との接続には、従来ケーブル式が主流であったが、今回それに加えてコネ

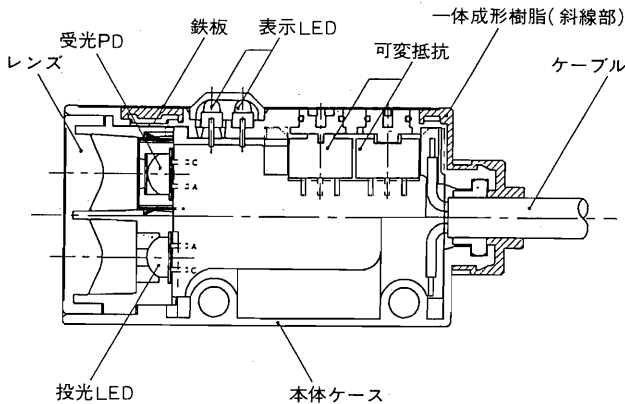


図9 拡散反射形光電スイッチの断面図

クタ式を用意した。このコネクタは図10に示す様に、最大外径φ10.2と小さく耐水性もあり、着脱が容易なφ8コネクタを採用している。

センサを多数個使用する場合や配線スペースが狭く込み入っている場合への取付時、取り替えなどの保守時に本体の着脱のみで、使い易く省工数化が図れる。

2) ファイバ着脱のワンタッチ化

ファイバ形のアンプユニットとファイバユニットとの着脱を容易にするため、図11に示す様にファイバをアタッチメントなしでアンプユニットのファイバ孔に通し、レバーを180°回転するだけで保持できるワンタッチロックレバー式を採用した。

ファイバを必要な長さに切断してから数秒でセットでき使い易くなった。

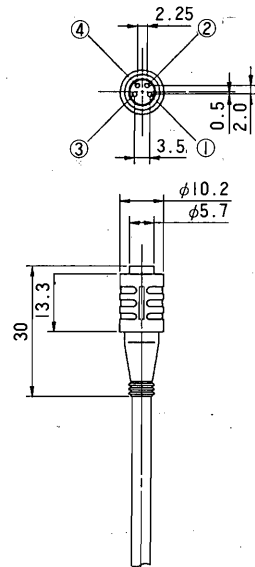


図10 φ8コネクタ外形図

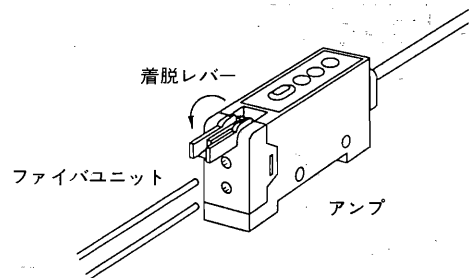


図11 ワンタッチロックレバー

4.3 光学系の構成

レンズタイプ、ファイバタイプ共に色々な工夫をしているが、ここでは特に小スポット反射形について述べる。

1) 特長

- ① 検出物体への投光スポットを容易に確認しながら検出できる。
- ② 周囲環境の影響をほとんど受けずに、近距離での微小物体の検出が安定してできる。
- ③ 検出位置精度を高められる。
- ④ 簡単なカラーマーク検出に利用できる。

2) 投光LED

投光LEDには赤色の可視光LED(ピーク波長λp=660nm)の中で、最も高い発光輝度と発光出力を持つGaAlAsダブルヘテロ構造のものを用いている。

高輝度、高出力のLEDには、シングルヘテロ構造とダブルヘテロ構造(ヘテロ構造は異なる材質を接合したもの)があり、後者は前者の構造を改善するため、図12に示す活性層を設けて発光効率を高めている。これにより、従来の赤外LEDと比較してもほぼ同じ性能が得られている。

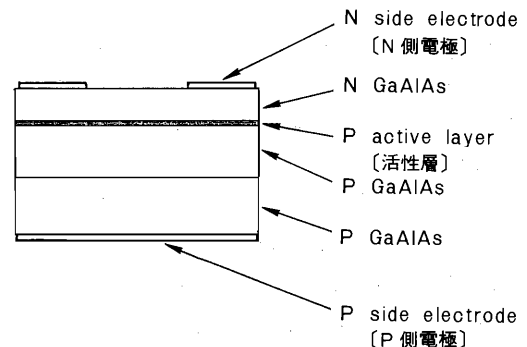


図12 ダブルヘテロ構造の素子断面図

更に図13に示す様に、素子電極パターンに従来のものを反転させたピンホール電極(発光径φ150μmを用いて、真円のスポットビームを実現している。

3) 投受光レンズ

投受光レンズには前面フラットの非球面プラスチック成形レンズを用いている。図14に投光ビーム光路断面の光線追跡図を示す。LEDを光源とした場合、図14で判る様に点光源とならず面発光(φ150μm)となるため、レンズ

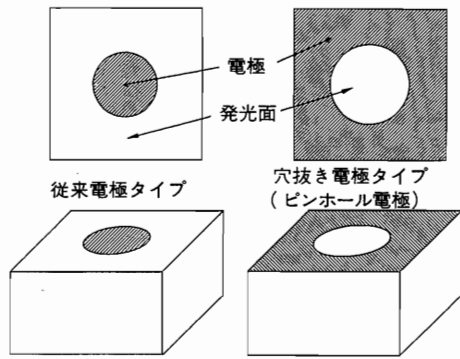


図 13 LEDの電極パターン

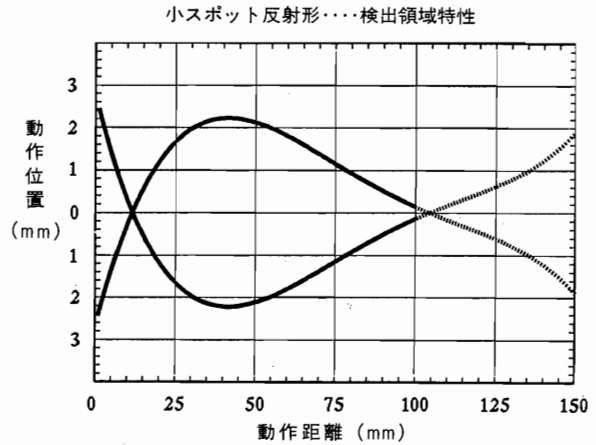


図 15 検出領域特性

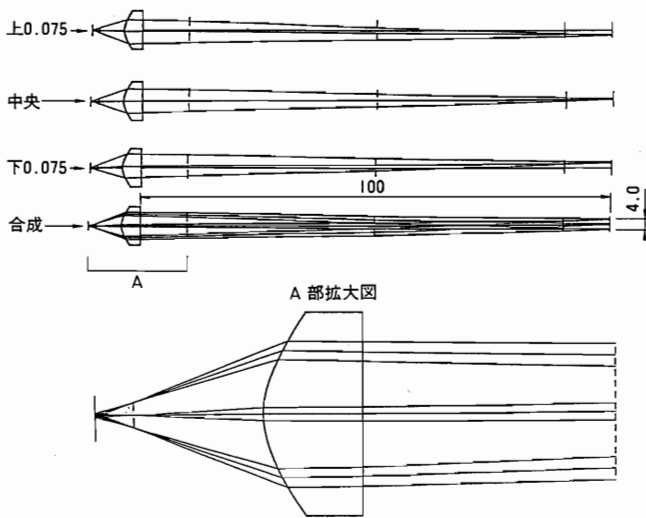


図 14 光路断面の光線追跡

光軸中心と上下に偏心した点(各々 $75\mu\text{m}$)からの光源とし、この3点から近似的にモデル化してレンズ前面100mmの距離での光線の広がり求めて設計している。

4) 投光ビーム径

図15に検出領域特性、図16に投光ビームのスポット光強度分布を示す。図15より投光ビームのスポット径の最大値は、約40mmの所で $\phi 4.5\text{mm}$ 程度である。この辺りでは投光ビームはまだ十分に絞られておらず、約90~100mmの位置で最小のビーム径 $\phi 4\text{mm}$ になる。100mm以上では徐々に大きくなっていく。

なお、40mm 辺りで検出領域特性が最大になる理由は、受光系との関係によるもので投受光レンズが上下に配置されているからで、投光ビームを絞っているため、近距離では受光素子側へ入射しにくく、遠距離では光量が減衰し領域が狭くなっていく。

5) 適用事例

図17に示す様に周囲に障害物が多い装置内部等に組み込む場合、 $5 \times 10\text{mm}$ 程度のスリット越しに出っばりの小さいワークを検出することが可能である。

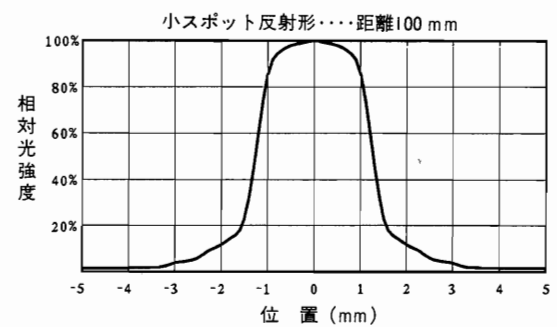
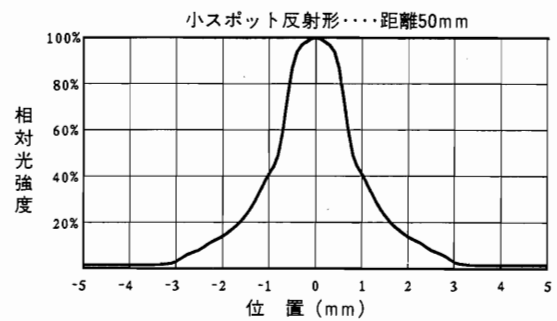


図 16 投光スポット光強度分布

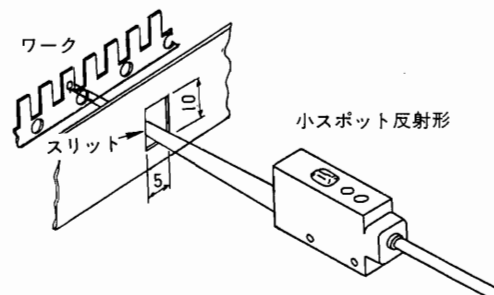


図 17 小スポット反射形の使用例

またカラーマークの検出は、一般にファイバタイプで行われるが、ワークから離れた位置での色や表面処理状態の検出も可能である。

なお小スポット反射形では、前述したように投光ビームを狭めるため逆パターン電極を使用しており、LEDの発光領域が減少しているため、細線などのスポット径よりも小さい微小物体の検出には光量不足となる場合も予想される。そのような場合には、更に高輝度のLEDを用いることにしている。

5. 今後の展望

今後の光電スイッチを考えていく場合、技術シーズとしてマイクロエレクトロニクスやオプトエレクトロニクスに大きく依存していくのは避けられないことと考えられる。更にインテリジェント化の実現のためにはAIやファジィ機能が必要と考えられる。これらのことをまとめると以下のようにになると予想される。

1) マイクロコンピュータ内蔵光電 IC

A/D変換器を有し、信号をデジタル化処理する。

2) 受光素子内蔵光電 IC

SN比を良くし、高速化を図る。

3) 通信機能内蔵光電 IC

上位コントローラとのネットワーク化を図る。

4) ファジィ、AI機能内蔵光電 IC

あいまいさや人工知能などの手法を取り入れて、高度な認識を行う。

6. おわりに

以上述べたように、主に専用カスタムICを新しく開発し光電スイッチの主要機能を集積化することにより、小型化、高性能、高機能化が実現できた。

しかし受光素子や感度調整部は、まだIC化されておらず課題として残っている。最後に、今回の製品化に当たり、ご協力を頂いた社内外の関係各部署の方々に深く感謝いたします。