

多彩な用途に広がる光センサ

Photosensors for Widespread Use in Various Application Fields

森 英之
MORI Hideyuki

小林 光裕
KOBAYASHI Mitsuhiro

首我部 寿
SOGABE Hisashi

光センサは、リモートコントロール(以下、リモコンと略記)をはじめ IrDA などの光通信や、OA 機器、産業機器そして民生用機器など幅広い分野で利用されている。近年は情報化の時代に入り機器の高性能化や小型化が進み、デバイス(部品)としてもそれに対応した形で、高出力・高速化、及び用途専用化などの製品の要求が挙がっている。

当社はこのようなニーズにこたえるために、空間伝送デバイス、カメラ用デバイス、及び機能素子としてのフォトインタラプタなど、小型・省電力化、高出力・高速化及び用途専用化を目指した製品の開発を進めている。

Photosensors are used as key components for remote control systems, wireless communication systems, and object sensing systems in many fields. In order to meet the recent needs of the market, we have been developing new products aiming at smaller packages, lower power consumption, higher speed, and higher light emission power.

This paper describes some of these products.

1 まえがき

光センサは、多くの電子機器における“目”としてその役割は重要なものとなり、特に近年は、光センサが用いられる機器の多様化が進んでいる(図1)。

身近なところでは、テレビやオーディオなどの赤外線リモコンをはじめ、携帯端末にはデータ伝送のインタフェース手法として IrDA (Infrared Data Association) などを使用した

光通信や、OA / 産業機器でのメカ状態^{注1)}の把握や物体の有無の検出、カメラにおけるオートフォーカス(AF)など、光センサが幅広く使用されている。

近年は情報化時代に入り、デバイスにも高出力 / 高速化、更にはセットの小型・高性能化及び省エネルギー(以下、省エネと略記)化に伴うパッケージの小型化や省電力化の要

(注1) 装置の中に動作部がある場合、その動作状態。

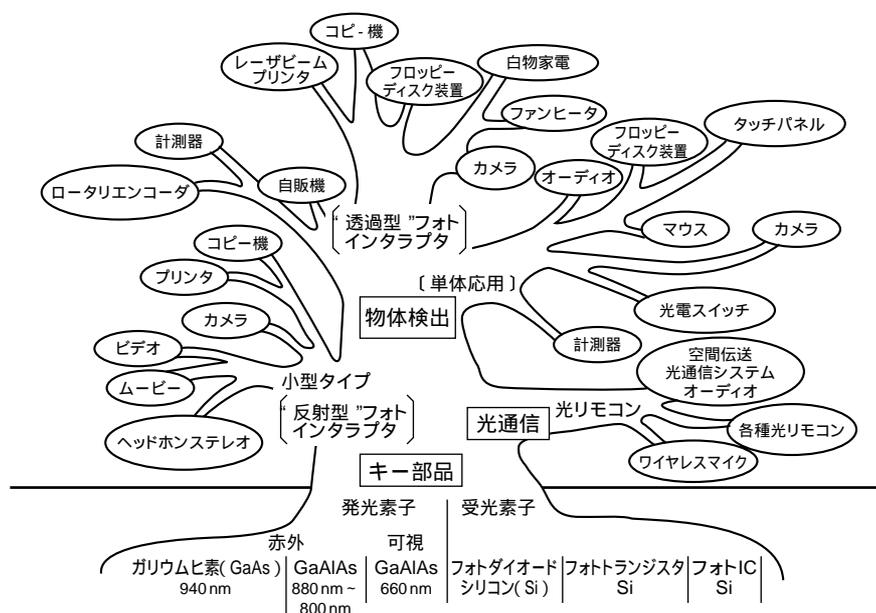


図1. 光センサ応用の樹 光センサの応用の広がりを樹によって表す。樹の根に基幹部品を示し、それが各光センサ部品として幹から大きい枝へ伸び、それらを使用した応用を各枝の先の葉の部分に表す。

Application fields for photosensors

求が高まっている。

ここでは、多彩な用途に広がる光センサデバイスについて、空間伝送デバイス、カメラ用デバイス、及び機能素子としてのフォトインタラプタの開発動向及び技術について述べる。

2 空間伝送

今では、一般家庭においてテレビやエアコンなどのリモコンがごく当たり前のものとして使われているが、そもそもこのリモコンが赤外線通信の元祖と言えるだろう。

最近では、パソコン(PC)や携帯端末の急速な発達に伴い、高速データ通信、ケーブルレス化が進んでいる。赤外線通信においては、IrDA規格のSIR(Slow InfraRed: IrDA1.0の別名称) χ (~115 kbps)、FIR(Fast InfraRed: IrDA1.1の別名称) χ (~4Mbps)、VFIR(Very Fast InfraRed: IrDA1.3の別名称) χ (~16 Mbps)、低消費電力機器をターゲットとしたIrDA1.2(~115 kbps)などが機能別に規格化されている。

更には、PCとオーディオ、ビデオなどのデジタル家電の融合を目指し、100 Mbps以上の高速データ転送を目指したIEEE1394^{注2)}など光通信インタフェースも多様化が進んでいる(図2)。

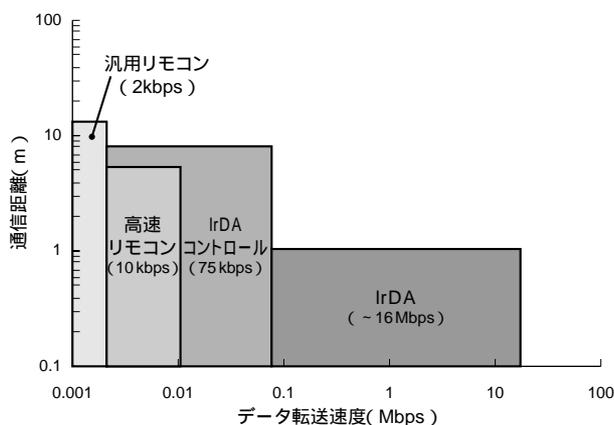


図2. 赤外線通信の変遷 データ転送速度と伝達距離の関係を規格別に表わす。
Infrared communications

多様化する市場要求に対し当社では、光ファイバを用いたノイズレス化及び長距離化や、ケーブルレスの高速通信を実現する非接触型など幅広い開発を進めている。また、開発手法も汎用リモコンからの高速化(~数Mbps)、光通信モジュールからの延長での高速化(100 Mbps~)の両面から進められている。

キーボード、マウスなどのワイヤレス化要求に対しては、

(注2) IEEEは、米国電気電子技術者協会のこと、IEEE1394は、PCと周辺機器を結ぶインタフェース規格を言う。

受信周波数を従来用いられていた38 kHzから455 kHzとした高速リモコン用フォトICを開発することで、通信速度を約10倍とした商品 TPS830/831を開発した(図3)。

この製品はフォトダイオード、増幅器(オペアンプ)、フィル

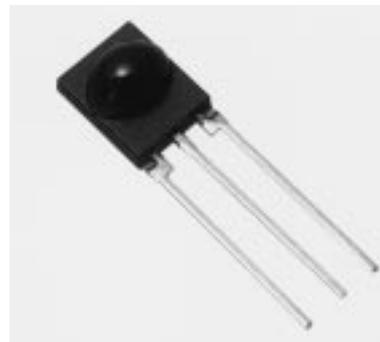


図3. 高速リモコン TPS830/831 フォトダイオード、増幅器、フィルタ及び波形成回路をワンチップ化している。
TPS830/831 high-speed photodetector

タ及び波形成回路をワンチップに集積化しており、455 kHzの高速受信周波数品では業界で初めてのワンチップ化に成功した。これにより実効体積もハイブリットモジュールタイプに比べ約1/10(従来: 2,700 mm³ TPS830/831: 270 mm³)が可能となり、セットの小型化に対応した製品である。

3 スティルカメラ用光センサ

一般のスティルカメラには、AF、銀塩フィルムへの日付印字、フィルム搬送検出、絞り量回転制御、ストロボ調光、外光検出、光リモコンなど様々な応用に光センサが利用されている。

ここでは独自の発光素子技術を用いたAF、フィルム日付用光センサについて述べる。

3.1 AF

AFとは被写体に対する距離情報をセンサで検出し、焦点調整を自動的に行うものである。主に被写体輝度を一次元CCD(電荷結合素子)又はCMOS(相補型金属酸化膜半導体)センサを用い、位相差検出にてAFを実現するパッシブ方式と、赤外発光ダイオード(IRED: InfraRed LED)を被写体に向けて投光し、その反射光を位置検出用受光素子(PSD)で受光することで三角測距を行うアクティブ方式の2通りがある。

パッシブ方式は、主に一眼レフカメラに利用されるが、無限遠までの測距が可能である反面、暗がりではAF撮影能力が落ちる弱点を持つ。光センサは、AF補助光源として、撮影前に補助的に赤色発光を被写体に向けて投光しAF機能

を補っているが、この赤色LEDには高輝度、LED投光像のパターン化が要求される。当社ではガリウムアルミニウムヒ素(GaAlAs)材料による高輝度化とチップ電極上に明暗パターンを直接形成することで製品化を進めている。

また、アクティブ方式は、IREDの発光パワーとPSD受光感度で測距能力が決まるため、遠距離での測距能力に限界がある一方、暗がりでのAF撮影や高精度な測距が可能であること、システム構成がシンプルでかつ安価である利点があり、主にコンパクトカメラに応用される。なお、近年ではAF撮影精度向上をねらったマルチAF化が普及している。

図4は、被写体が必ずしも中央に配置されていない場合、中抜け防止として応用される3ビームAFを例にしている。特に、アクティブ方式ではPSD上の光結像位置で測距位置を決定するため、光の強度だけでなく発光像の質(形状、均一性)、ビーム間隔精度などIREDに対する要求性能は高い。当社では、下記技術の導入によりこれらの要求にこたえている。

- (1) 電流狭窄(きょうさく)構造
- (2) ハーフダイシング技術
- (3) 独自のGaAlAs系材料による有機金属気相成長法(MOCVD)プロセス

図5は電流狭窄構造及びハーフダイシング技術^(注3)を示し

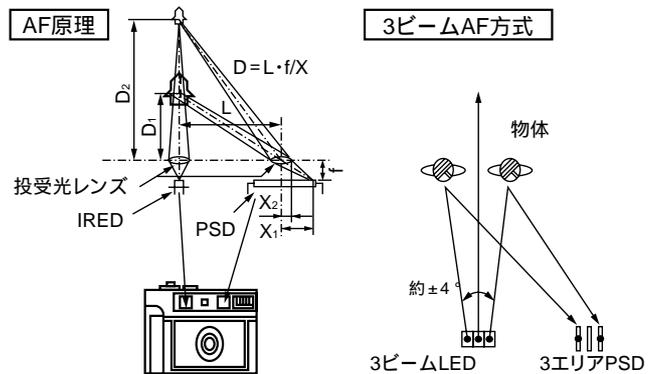


図4. 3ビームアクティブAFの原理と方式 AFの測距原理である三角測距の方法と、中抜け防止をねらったマルチAFの原理を表す。 Principle of 3-beam autofocus

たもので、電極上に発光部を形成し、電流狭窄層で発光部に向け電流集中性を高めることで、高出力化とボンディングワイヤから反射されるノイズ光抑制効果を実現している。

近年では、コンパクトカメラの高ズーム化に伴い、LEDの高出力化の期待は年々高まっている。当社は、キーアイテムのMOCVDに加え、素子構造の最適化を図ることで高出力化(現状の1.5倍化)を進めている。

(注3) ウェーハを完全にカットすることなく、基板部分を残すことにより一つのチップ上に電氣的に絶縁された複数の発光部を作る技術。

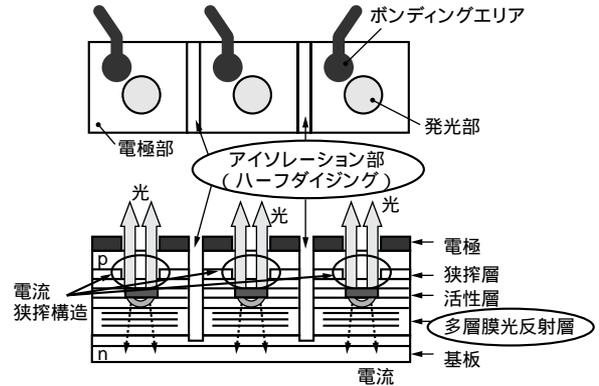


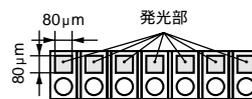
図5. 電流狭窄構造及びハーフダイシング技術 カメラのマルチアクティブAF用LEDの3ビームチップ構造を示す。 Structure of 3-beam AF chip

3.2 フィルム日付印字

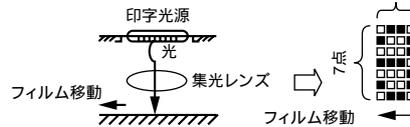
カメラで撮影した現像写真の右下に、日付メッセージが印字されているのはだれもが目にしていない。この日付は、特殊な可視LEDを用い、銀塩フィルムに直接光を写し込むことで実現している。当社では、前項で述べた電流狭窄構造、MOCVD、ハーフダイシング技術を用いたモノリシック構造の超高輝度7点黄色LEDを商品化している。MOCVDと数十μmのスポット発光部で、約1mA程度の低電流ドライブでも明瞭な光を得ることができ、かつワンチップ化で発光間隔の精度を抑えている(図6)。

4 OA機器を中心としたフォトインタラプタ

フィルム日付印字光源のチップ図



フィルム印字原理



印字結果

“ 3 ”

図6. フィルム印字用光源の構成 カメラ日付印字用LEDのチップ構成とフィルムへの印字原理を示し、特殊な可視LEDを用い、銀塩フィルムに直接光を写し込む。

Configuration of LED for date printing on film

フォトインタラプタとは、発光素子と受光素子が一つのパッケージに組み込まれた、位置センシングを目的とした半導体複合デバイスである。このフォトインタラプタは、光によって物体の有無や位置を検出する機能を持ち、従来のメカスイッチ(接触型スイッチ)と比較して、非接触で物体検知ができる。

また、無接点で信頼性が高く長寿命、電気回路との接続が容易、小型などの特長を持つ。メカスイッチに代わる半導体スイッチとして、コピー機・ファクシミリ(FAX)・プリンタなどの紙位置検出、紙サイズ検出などOA機器を中心に需要が拡大している。

フォトインタラプタは、パッケージの構成により“透過型”と“反射型”の二つに大別される。

4.1 “透過型”フォトインタラプタ

透過型フォトインタラプタは、発光素子と受光素子が一つのパッケージに組み込まれ、数mm程度の間隔をおいて対向するように配置されている構成である(図7)。通常、IRED及びフォトトランジスタが使用され、被検出物体が両素子間に挿入されると、光が物体によって遮断され、フォトトランジスタはカットオフとなりコレクタ電流が流れなくなる。このように物体の有無によりフォトトランジスタの出力信号(コレクタ電流)の変化を物体検知の信号としている。

この透過型フォトインタラプタに使用される受光素子は、使用される機器によって異なる。一般的な用途にはフォト

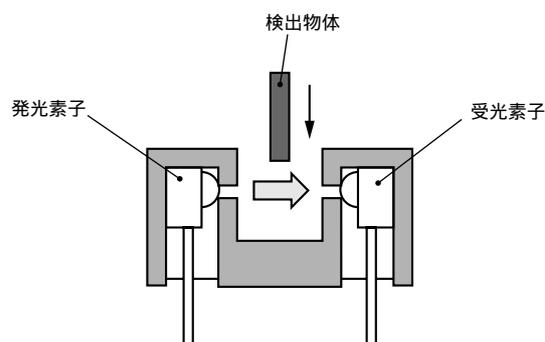


図7. 透過型フォトインタラプタの構成 透過型フォトインタラプタの断面を示し、IREDとフォトトランジスタで構成される。
Configuration of photointerrupter

トランジスタが使用されるが、マウスにはボールの移動速度や移動方向を検出するために二相出力型フォトトランジスタが使用される。また、高速な応答速度が要求されるコピー機などには、増幅回路、波形整形回路、バッファ回路などが内蔵されたデジタル出力型フォトICが多く使用されている。

また、近年では各機器の低消費電力化が進んでおり、低消費電力に対応したデバイスが必要とされている。当社では、そのニーズにこたえるために、他社に先駆けて3.3Vシステムに対応した短リード型のTLP1030シリーズと、コネクタ付小型タイプのTLP1254 C6を業界初の3.3Vに対応した、フォトインタラプタとして商品化した。

これらは、業界最速レベルの高速応答(TLP1030シリー

(注4) 入力オフ オン時点から、出力波形がローレベルからハイレベルの規定値まで遷移するのに要する伝達遅延時間。

ズ: tpLH^(注4) = 15 μs(max.), TLP1254(C6): f = 5 kHz(min.))であり、また、業界最高レベル高温動作(Topr(動作温度) = 95 (max.))が可能な製品である。

TLP1030シリーズは、はんだ付け後のリードカット加工が不要で自動実装可能な短リードタイプである。

TLP1254(C6)は当社独自に開発したパッケージ構造(プリント基板レス、はんだレス)を採用し、信頼性を向上しているコネクタ付小型タイプである。

4.2 “反射型”フォトインタラプタ

反射型フォトインタラプタ(以下、反射型センサと記述)は、透過型と同様に受発光素子が一つのパッケージに組み込まれているが、両素子が独立して配置されている(図8)。発光素子から信号光を検出物体に照射し、その反射光を受光素子で受けて信号を出力し、物体の有無を検出する。なお、受発光素子の間は光を通さない障壁があるため、信号光は直接伝搬せず、外部の物体表面でだけ反射し伝搬する。受発光素子の間隔、向き、外囲器のレンズの有無などによって、検出位置、検出感度などの結合特性を変化させることができる。

反射型センサは、主にビデオやテープレコーダの回転速度及び回転方向の検出や、カメラのフィルム搬送穴検出に使

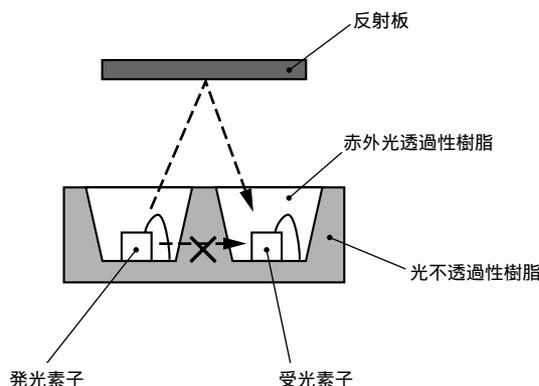


図8. 反射型フォトインタラプタの構成 反射型フォトインタラプタの断面を示し、信号光は直接伝搬せず、外部の物体表面でだけ反射し伝搬する。
Configuration of photoreflector

用されている。このほかにもコピー機などの紙位置検出に、透過型フォトインタラプタの使用できない箇所に使用されている。

最近では、サニタリ関連機器に人体センサとして、反射型センサが使われるようになった。このセンサは高い外乱光のある環境下でも正常に動作することが必要で、このため光変調方式を採用したフォトICが使用される。これは、フォトICに発振器を内蔵し、この発振周期に合わせてIREDを発光させ、反射光と発光のタイミングが合ったときだけ出力

するものである。これにより、外乱光のある環境下でも動作し、消費電力の削減・高感度化が可能となった。

また、近年ではPCの急速な普及により、コピー機やプリンタのカラー化が進み、トナー濃度やインク濃度の検出用として反射型センサが使用されている。これらの機器は高精度化が進み、反射型センサに要求される機能が高くなってきた。当社では、リニアリティに優れ、感度のばらつきが少ないリニア出力型フォトICを開発し、これを“反射型”センサに組み込んでいくことで、顧客のニーズにこたえている。

5 その他の用途：照度検知用フォトIC

省エネ法の施行により、各機器もいろいろな手法で省エネ設計に取り組んでいる。テレビでは、周囲の明るさにより画面の輝度を調節するために、光センサが使用されている。従来はフォトダイオード、フォトトランジスタや光導電セル(CdS)などが使用されているが、これらの素子は感度が低かったり、バラツキが大きいなどの問題がある。また、CdSセルは使用しているカドミウムが環境に影響を与えることから全廃の方向にある。

そこで当社は、照度センサ用フォトICとしてTPS818を開発した(図9)。この製品は、フォトダイオードと電流増幅回路をワンチップに集積した高感度(フォトダイオードに対し約22,500倍、フォトトランジスタに対し約45倍)のフォトICである。



図9. 照度検知用フォトIC：TPS818 フォトダイオードと電流増幅回路をワンチップに集積している。
TPS818 photo IC for illumination detector

また、光電流のばらつきも1.67倍幅(標準値 $\pm 10\%$)と少ない。

もう一つの特長としては、視感度補正フィルタをパッケージに貼り付けすることで有害な赤外光の影響を受けにくく、照度に対する出力リニアリティを向上させている。今後は、外付けの視感度フィルタをフォトICチップ表面にコートすることにより、小型・低価格が可能な製品開発を進める。まずは、ターゲットの市場として携帯電話が挙げられる。この市場では、多機能化が進むにつれて、キー操作時間が増え、通話していないときの液晶表示部やキーボタンのバックライトの点灯時間が長くなる傾向にある。明るい場所ではバックライトを点灯する必要がないため、周囲の明るさを検知することにより、バックライトの明るさを変え、より消費電力の低減を行うことが可能となる。

このチップコート技術を生かしたSMD(Surface Mount Devices)パッケージ品を開発することにより、携帯電話市場を中心に省エネ可能な部品として拡販を図る。

6 あとがき

空間伝送、カメラ用デバイス及びインタラプタについて、市場動向と当社の技術について述べた。今後とも、これまで培ってきたこれらの技術をベースに、いち早く市場のニーズに対応した製品開発、商品化を図る。



森 英之 MORI Hideyuki
セミコンダクター社 ディスクリート半導体事業部 光半導体応用技術部。光センサの応用技術業務に従事。
Discrete Semiconductor Div.



小林 光裕 KOBAYASHI Mitsuhiro
セミコンダクター社 ディスクリート半導体事業部 光半導体応用技術部。光センサの応用技術業務に従事。
Discrete Semiconductor Div.



曽我部 寿 SOGABE Hisashi
セミコンダクター社 ディスクリート半導体事業部 光半導体応用技術部。光センサの応用技術業務に従事。
Discrete Semiconductor Div.