

照度センサー一体型近接センサ

松井 克之

電子デバイス事業本部 システムデバイス第1事業部

最近、照度センサや近接センサは、携帯電話やスマートフォンなどのモバイル機器の液晶表示制御用として利用され、液晶表示の視認性向上や低消費電力化などに貢献するデバイスとして搭載が進んでいます。当社は、この動向をいち早くにらみ、モバイル機器への組み込みを容易にする発光素子内蔵タイプの照度センサ一体型近接センサを実現しましたので、その技術について解説します。

1 はじめに

携帯電話やスマートフォンなどのモバイル機器は、高性能・多機能化の進展に伴い、液晶パネルの大画面・高解像度化と共に、タッチパネル方式の液晶を採用するケースが増えています。これらのモバイル機器には、液晶表示の制御用として、照度センサや近接センサの搭載が進んでいます。照度センサは、周囲の明るさに応じた液晶バックライトの輝度コントロールが可能になることから、液晶表示の視認性向上や低消費電力化に寄与しています。一方、近接センサは、タッチパネル方式の液晶表示において、通話中に顔がパネルに触れることによる誤動作を起こさないように、顔の接近を検知してタッチパネル操作を無効化できます。さらに、通話中は、液晶画面を見る必要がないことから、顔の接近を検知した時点で液晶バックライトを自動消灯する省電力化に貢献しています。このように、照度センサや近接センサは、モバイル機器にとって、非常に有効なデバイスとなっています。

2 照度センサの原理

照度センサは、受光素子に入射した光を電流に変換して明るさを検知します。照度センサの種類には、ア

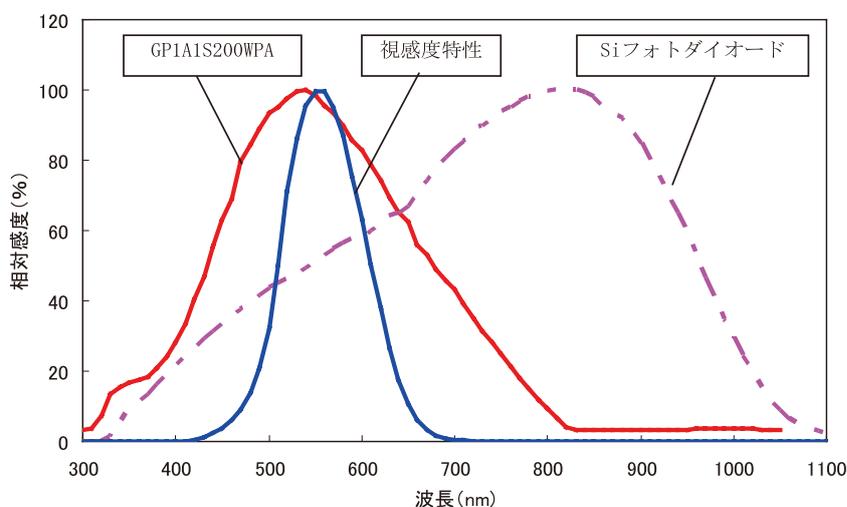


図1 分光感度特性の事例

ナログ信号として出力するタイプやデジタル信号に変換して出力するタイプなどがあります。照度センサに求められる重要な特性が分光感度特性であり、人間の目を感じることでできる波長と同じ波長の感度を持つことが必要です。しかし、照度センサは、一般的にSi(シリコン)フォトダイオードが受光部に採用されており、このフォトダイオードは、人間の目には見えない赤外線領域にも感度があるため、人間の目の感度、いわゆる視感度に補正を行う必要があります。

図1に事例として、当社の照度センサGP1A1S200WPAの分光感度特性を示します。この特性を実現するため、 $\lambda = 550\text{nm}$ 付近に分光感

度のピークを持ち、可視光及び赤外線領域に感度を持つメインのフォトダイオードと、 $\lambda = 900\text{nm}$ 付近の赤外線領域に分光感度のピークを持つサブのフォトダイオードを搭載し、メインのフォトダイオードの出力電流からサブのフォトダイオードの出力電流を引算し、赤外線領域の感度をなくすことにより視感度に近い分光感度特性を得ています。これにより、人間の目で感じる明るさを検出できます。

3 近接センサの原理

近接センサには、様々な検知方式がありますが、携帯電話やスマートフォンなどのモバイル機器に搭載されているものは、ほとんどが、小型・低消費電力タイプの赤外線方式で

す。この方式は、**図2**のように発光素子から放たれた赤外線が物体に当たり、物体から反射して戻ってきた反射光を受光素子で電流に変換し、この電流を予め設定した閾値と比較して検知します。この検知したときの物体との距離は、次の2つの方法により調整が可能です。その一つは、検知閾値調整です。**図3**は、受光素子のフォトダイオードの出力電流と検知閾値を示したグラフです。この検知閾値を小さくすれば、より小さい電流に対応することから検知距離は長くなり、逆に閾値を大きくすれば、検知距離を短くすることが可能です。2つ目の方法は、赤外線の発光量を調整する方法です。発光素子に流す電流を上げて発光量を増やせば反射光も増えることから遠くの物体まで検知が可能となり、逆に電流を下げて発光量を減らせば検知距離を短く設定できます。

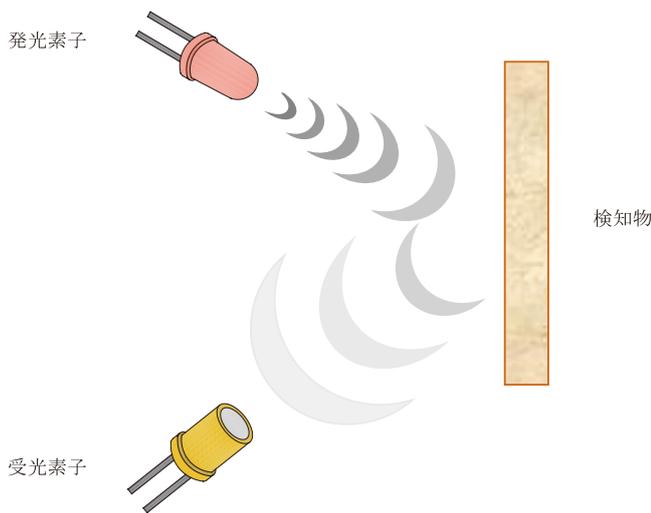


図2 近接センサの検知イメージ

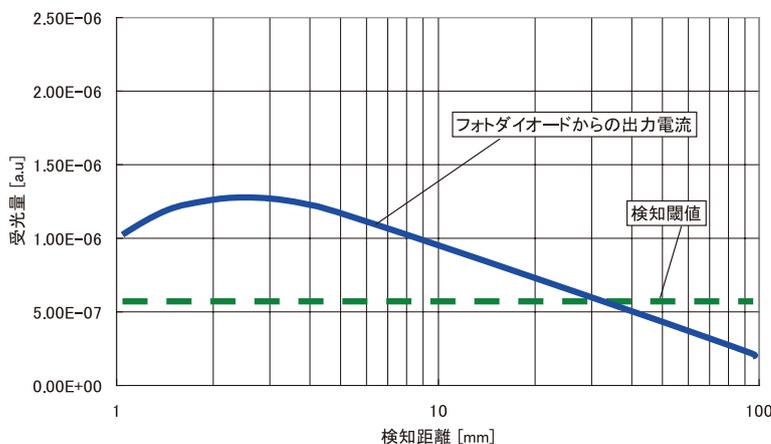


図3 フォトダイオードからの出力電流と検知閾値

4 発光素子内蔵の照度センサー一体型近接センサ

照度センサー一体型近接センサは、文字通り、照度センサと近接センサを一体化したのですが、従来は、発光素子を内蔵していませんでした。

当社は、独自の2重モールド構造によるパッケージング技術を開発し、発光素子の内蔵を実現しました。この発光素子を含む2種類のセンサを一体化することにより小型化が図れ、さらに、発光素子と受光素子間の煩雑な組み込み調整などが不要になることから、モバイル機器の省スペース化や設計期間の短縮に貢献します。

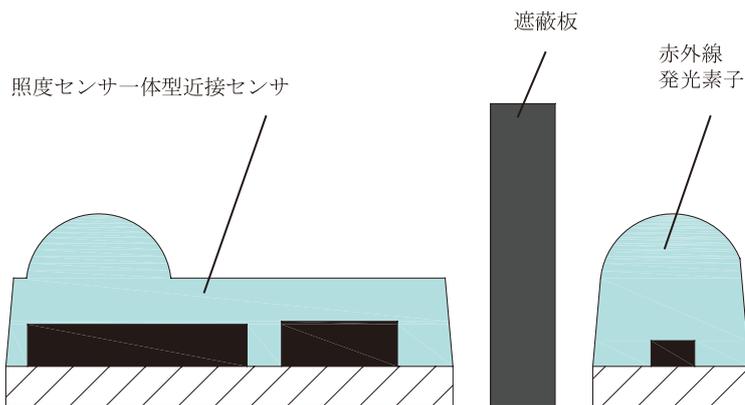


図4 発光素子外付けタイプの照度センサー一体型近接センサ

(1) 発光素子の内蔵を実現した技術

近接センサは、物体から反射した微弱な赤外光を検知できるように受光部は非常に高感度に設計しています。このため、発光素子を内蔵する

には、発光素子と受光素子を遮光する必要があります。この時、少しでも光の漏れがあると受光回路のノイズ成分となってS/Nが極端に低下し、誤検知の原因になります。このため、従来の照度センサー一体型近接センサでは発

光素子を内蔵しないタイプしかなく、機器に搭載する場合には、発光素子の追加に加え、受光素子の間に遮蔽板を設ける必要がありました(**図4**)。

当社では、この問題を解決するため独自の2重モールド構造のパッ

ケーシング技術を開発しました。これにより発光素子の内蔵を実現し、遮蔽板の設置を不要にしました。この構造を実現するには、まず図5に示すように近接センサ用OPIC[※]、照度センサ用OPICと発光素子を基板に実装し、透明樹脂を使用した1回目のトランスファモールド成形を行います。次に、遮光樹脂を使用した2回目のトランスファモールド成形を行います。これにより、遮光性を確保でき、受光回路のS/Nが高く、小型で耐熱性に優れた一体型センサを実現しています。

また、この2重モールド構造を採用するにあたり、透明樹脂と遮光樹脂と基板との密着性を高めるための樹脂材料選定や赤外線透過しにくい基板材料の選定などにより遮光性を高めています。

※ Optical ICの略でシャープ株式会社の登録商標。受光素子とその信号処理回路を1チップに集積したもの。

(2) 反射光による誤検知対策技術

照度センサー一体型近接センサをモバイル機器などに搭載する場合には、必ずセンサの前面にガラスやアクリルを使用したパネル（機器のカバー部）が用いられます。このパネルは一般的に赤外線の透過率が高いものを使用しますが、必ずパネルからの反射光が発生します。この反射光は近接センサにとって大きな問題となります。なぜなら、近接センサにとってこの反射光はパネルから反射なのか、検知物からの反射なのかの判断がつかず、この反射光が検知閾値を超えた場合、センサは物体が近づいていると判断し、誤った検知結果を出力するからです。

図6に示すとおり、この反射光はパネルの内側と外側の両面から発生し、受光部に入射する反射光の量は、パネルの材質やセンサからパネルまでのギャップに加え、パネルの厚さで

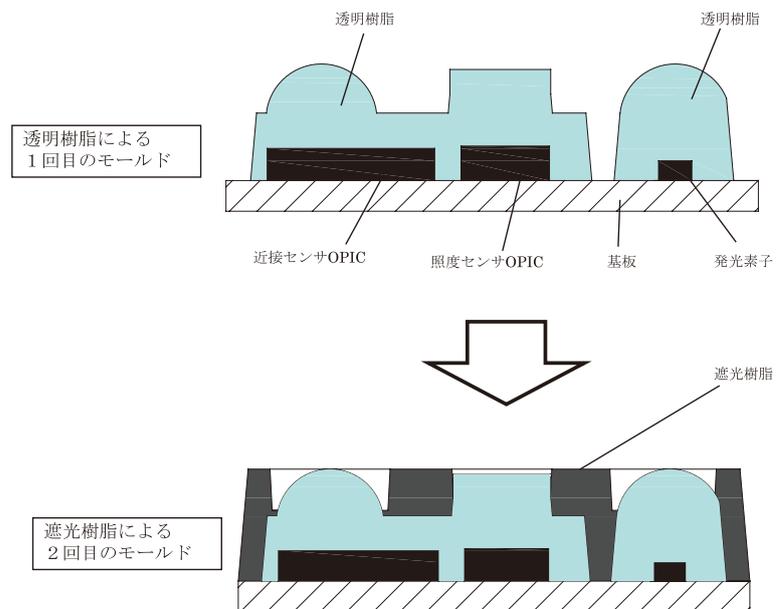


図5 2重モールド構造のパッケージ概要図

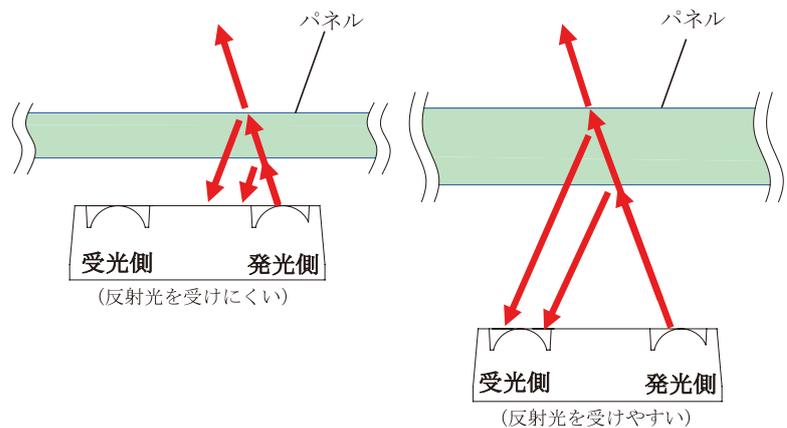


図6 パネルからの反射による影響

も変化をします。このため、パネルが薄く、ギャップが狭いほど受光部への入射光は少なくなり、逆にパネルが厚く、ギャップが広いほど受光部への入射光が増えて、パネルによる誤検知が発生しやすくなります。

この問題への対策として、独自のシミュレーション技術を駆使し、発光側、受光側のレンズ形状や素子間隔の最適化を行い、より広いギャップや厚いパネルでも誤検知が発生しにくい優れた特性を実現しています。

(3) 外乱光による誤検知対策技術

照度センサー一体型近接センサは、

近接センサの受光部に入射した赤外光の量により物体を検知していることから、赤外成分を含んだ外乱光で誤検知を起こさないようにする必要があります。この問題への対策として、発光素子からの赤外光をパルス発光させ、近接センサOPICで、このパルスと同期させて受光信号を検出する光変調方式を採用しています。具体的には、図7に示すように、発光素子から8 μ s（デューティー比1/12.5）のパルスを検知サイクル1周期内に3回発光させます。このパルス発光に同期した入射光及び非同期の入射光の検知結果をもとに、3パルス分の発光の間だけに同期した

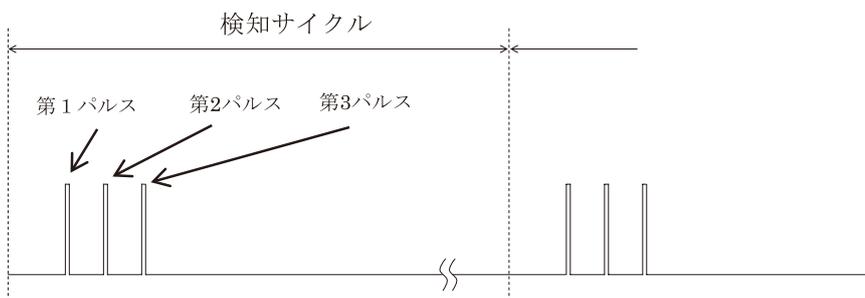


図7 パルス発光による光変調

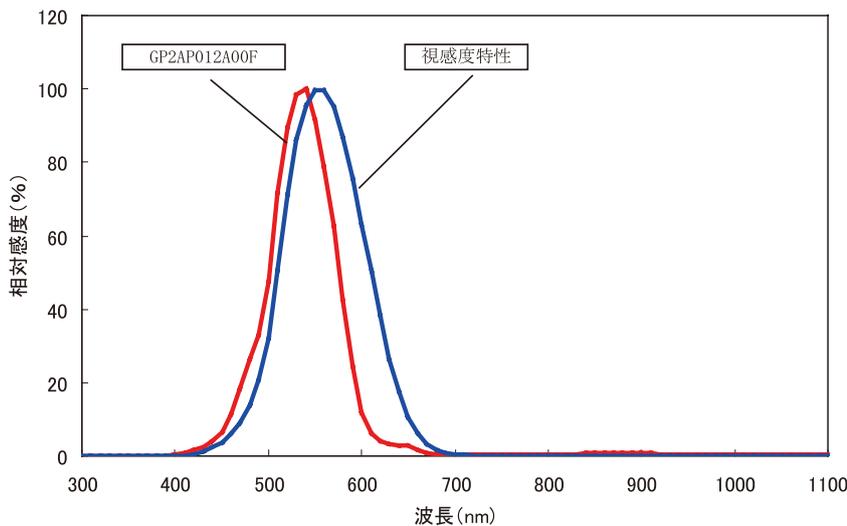


図8 GP2AP012A00Fの分光感度特性

(Ta = 25°C)

項目	仕様値	
電源電圧	1.7 ~ 3.6 V	
検出範囲	最大検知距離	MIN. 25 mm
	最小非検知距離	MAX. 125 mm
照度センサ部測光範囲	0.1 ~ 131000 lx (上記範囲を16レンジに分割した中から選択)	
発光波長 (赤外発光ダイオード)	TYP. 940 nm	
ピーク感度波長 (照度センサ部)	540 nm	
動作温度	-20 ~ +70 °C	
外形寸法	4.4 × 2.6 × 1.0 (H) mm	

図9 照度センサー一体型近接センサの主な仕様
＜GP2AP012A00F＞



写真1 照度センサー一体型近接センサ
＜GP2AP012A00F＞

検知があれば、物体が接近したと判断し、3パルス分の間に発光と同期した検知が一度もなかった場合に物体が遠ざかったと判断します。この光変調方式により、発光周期と同程度の周波数成分をもつ単発的な外乱光によるノイズの影響を除去し、誤検知を防止しています。

5 製品展開

発光素子を内蔵した照度センサー一体型近接センサは、2008年11月に業界で初めて製品化しました。さらに、2010年1月には、高性能化を図った新製品GP2AP012A00Fを開発しました(写真1)。

＜新製品の主な特長＞

- ①当社従来品比容積約20%小型化
- ②照度センサの出力をデジタル化
- ③照度センサの分光感度特性を向上(図8)
- ④低照度0.1ルクスを検知(当社従来品：3ルクス)

特に、低照度0.1ルクス検知の実現は、可視光透過率の低いパネルの採用が可能となり、モバイル機器のパネルデザインの設計自由度向上に貢献します。

主な仕様を図9に示します。

尚、照度センサを除いた発光素子内蔵の近接センサ(GP2AP002S00F)の製品化も行っています。

6 おわりに

近接センサや照度センサー一体型近接センサは、モバイル機器のキーデバイスの一つとなっていますが、今後急速な普及が予測されるスマートフォンに加え、新たに、ファインダーを搭載したデジタルカメラなどへの搭載も進んでおり、今後益々需要が拡大すると見込まれます。当社は、照度センサー一体型近接センサのさらなる小型化や検知精度向上を図った高性能センサの創出に取り組んでいきます。