

第5章 画像/色/明るさを検出するセンサ

51

フォト・ダイオードと電流-電圧変換回路の組み合わせ 1～10000ルクスを測定できる照度センサ

フォト・ダイオードは代表的な光センサとして多く使われています。フォト・ダイオードは一般のダイオードと同じようにPN接合の構造をしています。

一般のダイオードと違う点は、光を照射すると照度に比例した逆電流が流れるところにあります。

フォト・ダイオードは、半導体のPN接合にP型層側から入射光が当たるように構成されており、入射光のエネルギーにより電子と正孔(ホール)が生成されます。

フォト・ダイオード内では、生成した電荷がPN接合領域に帯電することによって、アノード側にプラス、カソード側にマイナスの電圧が発生します。このように、光エネルギーによって半導体の接合部に電圧が現れる現象を光起電力効果と呼んでいます。

● I-V変換アンプで光電流を取り出す

フォト・ダイオードに流れる光電流を電圧に変換させる方法として、図1に示すようなOPアンプを使った電流-電圧変換回路(I-V変換回路)がよく使われます。OPアンプの反転入力端子(A)と非反転入力端子(B)は同電位であることから、A点の電位は常に0Vになっています。従って、フォト・ダイオードに流れる電流の大きさは短絡電流 I_{SC} と同等になっており、入射光量に対して非常に良好なリニアリティが得られます。この回路の出力電圧は帰還抵抗を R_f とすると、次式で表されます。

$$V_{out} = R_f I_{SC}$$

● マイコンに合わせた出力電圧と切り替え

図2にマイコンと組み合わせた照度測定回路例を示します。フォト・ダイオードにはBS520を使用します。BS520の短絡電流は1000ルクス当たり $5.5 \mu A$ になります。このとき、5Vの出力が得られるようにす

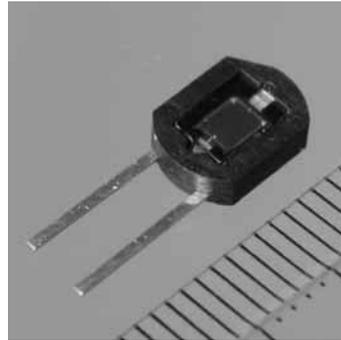


写真1 フォト・ダイオード BS520(シャープ)

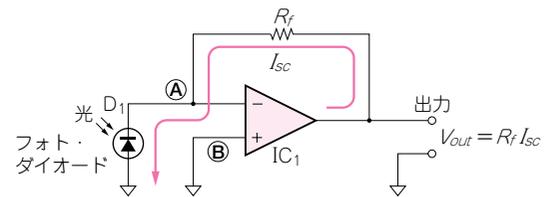


図1 フォト・ダイオードの出力電流をI-V変換回路で取り出す光の強さに対する出力のリニアリティが良い

るには、 $R_{f1} = V_{out}/I_{SC} = 5V/5.5 \mu A \approx 910k\Omega$ になります。

A/B切り替えスイッチを使って $R_{f2} = 91k\Omega$ 側に接続すると10000ルクスのレンジまで対応できるようになります。

半固定抵抗器の VR_1 はオフセット調整用で、 R_3 および R_4 はレンジに合わせてバランスするよう値を設定します。

〈島田 義人〉

◆参考文献◆

- (1) 島田 義人；照度計/紫外線計の製作，トランジスタ技術，2003年4月号，p.115，CQ出版社。

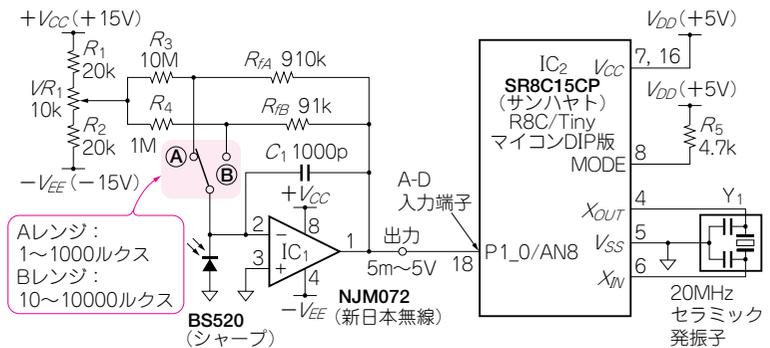


図2 レンジ切り替えできるI-V変換回路

写真1に示すのは松下電工のAMS302Tです。
周囲の明るさに応じて電流が変化するタイプのセンサで、防犯照明用の明るさ検知や、液晶用バックライトの制御などに用いることができます。

● 特徴

カドミウムなどの有害物質を含みません。

図1に示すように、人間の視感度に近い感度特性を持っています。後述のように、光源による差が小さくなっています。また、電流アンプを内蔵しており、高い出力電流が得られます。そのため、後述のように、抵抗1本でマイコンと接続することもできます。

● 直線性が良く光源による光電流の差が小さい

光電流と照度の関係は図2のようにリニアな特性を持っています。また、蛍光灯とCIE標準A光源(一般的な電球に近い光源)とで、光電流の差が小さくなっていることも分かります。

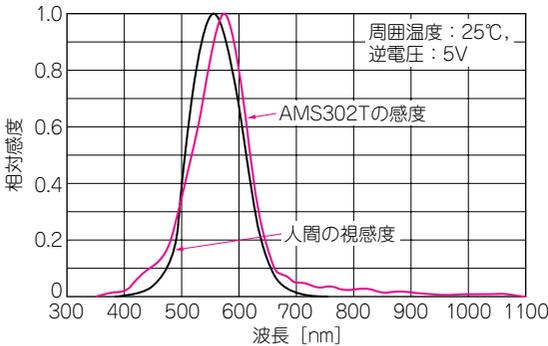


図1⁽¹⁾ AMS302Tの相対感度-波長特性

人間の視感度に近いことが分かる

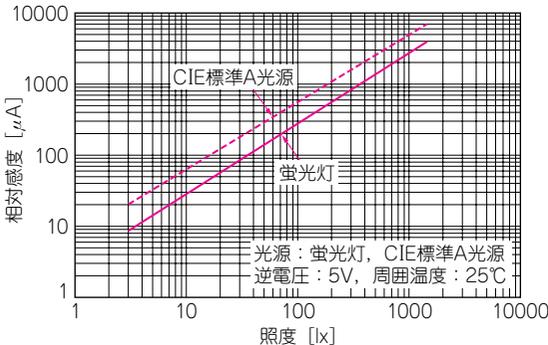


図2⁽¹⁾ 光電流-照度特性

リニアな特性を持っている。光源による違いも少ない

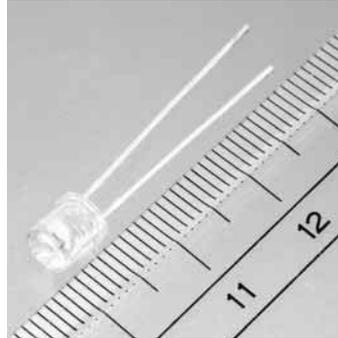


写真1 照度センサAMS302Tの外観
同じNaPiCaシリーズには表面実装タイプもある

このセンサに印加する逆電圧の推奨値は、最小1.5V、最大6Vとなっています。5Vや3Vのマイコン回路の電源を直接印加することができます。

● マイコンへの入力回路例

このセンサから電圧出力を取り出すには、図3のように抵抗を直列に接続し、接続点の電圧を計測します。この回路では、例えば蛍光灯光源で100lxの照度があれば、約0.26mAの光電流が流れ、約1.3Vが取り出せます。この信号をそのままマイコンのA-D入力に接続しても、ある程度の精度で計測が可能です。

OPアンプ回路でA-Dのフルスケールに対応した出力電圧に調整すれば、より高精度な計測を行うことができます。

〈秦 明宏〉

◆引用文献◆

(1) 照度センサNaPiCaデータシート, 松下電工株。

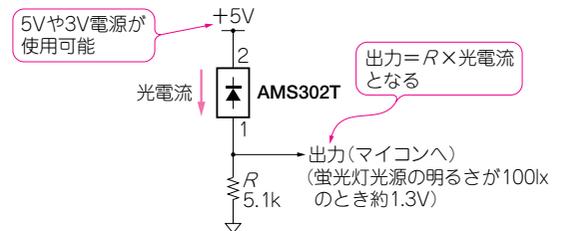


図3 抵抗1本で電圧出力を得ることができる