

作りながら学ぶ初めてのセンサ回路〈第4回〉

2種類のフォト・ダイオードを使った光量計を作る!

照度計/紫外線計の製作

島田 義人
Yoshihito Shimada

今月はフォト・ダイオードを使った光量計を作ってみましょう。部屋の明るさ(照度)や、太陽から降り注ぐ紫外線量を測定できます。

最近、勉強や読書をしていて目が疲れやすいと感じた方はいらっしゃいますか? ひょっとして部屋の明るさが不足しているのではないのでしょうか。一般に読書をするには500~1000 lxの照度が必要とされています。実際の明るさを知るには照度計が必要です。

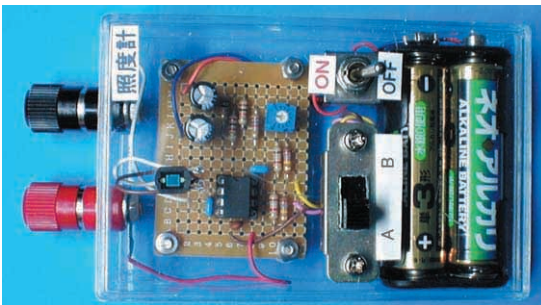
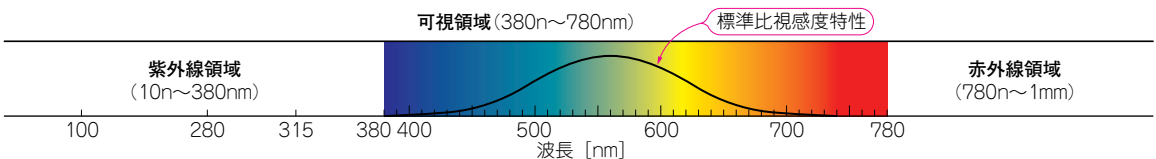
写真4-1は製作した照度計の外観です。

光とは…約10 n~1 mm
までの波長をもつ電磁波

● 光の波長と分類

図4-1に光の波長領域を示します。目に見える光、つまり可視光線は、380 nm~780 nmの波長帯域にあります。人の目の標準比視感度特性も図中に示しています。比視感度とは、人間の色に対する感度(視認性)です。

〈図4-1〉 光の波長領域



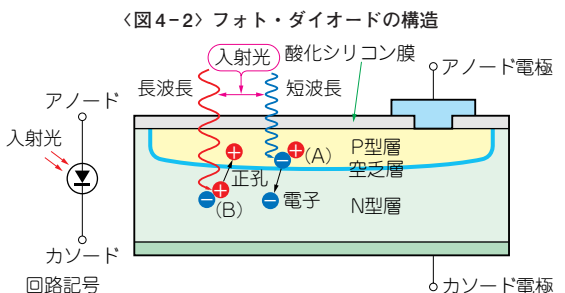
〈写真4-1〉 製作した照度計の外観

● 光センサの種類

表4-1に光センサの分類を示します。光によって電気抵抗が変化する光導電効果を利用したものや、光起電力を利用したものがあります。そのほかにも光を熱として検出するもの、光電子変換によるものなどが

〈表4-1〉 光センサの分類

種 類	構 成	素 子
光導電型	光導電セル	CdS セル
		PbS セル
		Se セル
光起電型	光起電力センサ	フォト・ダイオード
		PIN フォト・ダイオード
	内部増幅センサ	フォト・トランジスタ
		アバランシェ・フォト・ダイオード
	領域センサ	フォト・ダイオード・アレイ
		CCD イメージ・センサ
熱電効果型		焦電センサ
光電子放出型		光電子増倍管



〈表4-2〉各種フォト・ダイオードの主な特性

型 名 (メーカ)	短絡電流 I_{sc}	最大暗電流 I_d	ピーク感度波長 λ_p	実効面積 A_a	端子間容量 C_t	備 考
BS520 (シャープ)	0.55 μA ($E_v = 100 \text{ lx}$)	10 pA ($V_R = 1 \text{ V}$)	560 nm	5.34 mm^2	1000 pF ($V_R = 0 \text{ V}$)	シリコン PN 型 視感度補正フィルタ付き
TPS705 (東芝)	0.9 μA ($E = 0.1 \text{ mW/cm}^2$)	30 nA ($V_R = 10 \text{ V}$)	970 nm	—	12 pF ($V_R = 3 \text{ V}$)	シリコン PIN 型 高速応答 赤外線リモコン用
TPS708 (東芝)	1.5 μA ($E = 0.1 \text{ mW/cm}^2$)	60 nA ($V_R = 10 \text{ V}$)	850 nm	—	50 pF ($V_R = 10 \text{ V}$)	シリコン PN 型 フォト・センサ用
G5842 (浜松ホトニクス)	受光感度 S 60 mA/W	50 pA ($V_R = 5 \text{ V}$)	370 nm	0.64 mm^2	80 pF ($V_R = 0 \text{ V}$)	GaAsP 拡散型 紫外線検出用

あります。

フォト・ダイオードとは… 光起電力効果をもつダイオード

● 動作原理

図4-2はフォト・ダイオードの動作原理を理解するための構造図です。フォト・ダイオード内ではPN接合領域に電荷が帯電するにつれ、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。

● 各種フォト・ダイオードの主な特性

表4-2に各種フォト・ダイオードの主な特性を示します。短絡電流とは、フォト・ダイオードの両端を短絡して光を照射したときに、カソードからアノード方向へ流れる電流のことをいいます。短絡電流はフォト・ダイオードの受光部の実効面積に比例します。

実は光量が0の場合でもわずかながら電流が流れています。この電流を「暗電流」といいます。実効面積が大きくなればなるほど短絡電流は大きくなりますが、暗電流も増加します。暗電流の大きさによって、低照度での測定限界が決まってしまう。しかも温度や逆バイアス電圧によって暗電流は大きく変化します。

BS520は端子間容量が大きいため高速動作には不向きですが、暗電流が小さいことから大きなダイナミック・レンジが得られるため、照度計や露出計に使われています。

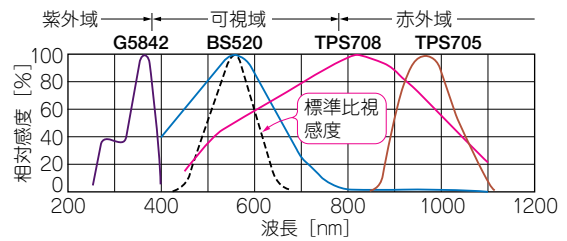
TPS705はPIN型で端子間容量が小さいため、高速応答に優れ、赤外線リモコンの受光素子などに应用されています。その高速性を生かすため、通常は逆バイアス電圧を加えて使用します。その反面、暗電流は大きくなっています。

G5842はGaAsP(ガリウム砒素リン)拡散型のフォト・ダイオードで、紫外線領域にピーク感度をもっているため、太陽光の紫外線測定などに使われます。

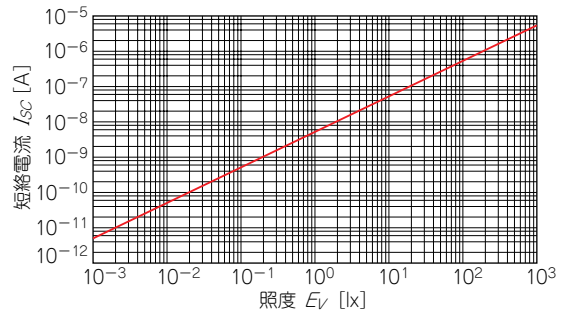
● 分光感度特性

図4-3にフォト・ダイオードの分光感度特性を示します。分光感度特性とは、フォト・ダイオードが光

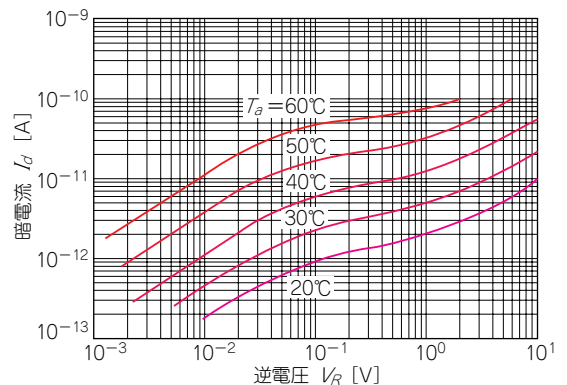
〈図4-3〉各種フォト・ダイオードの分光感度特性



〈図4-4〉BS520の短絡電流-照度特性



〈図4-5〉BS520の暗電流-逆電圧特性



の波長に対してどのくらいの感度をもっているかを表すものです。分光感度はフォト・ダイオードの材料がシリコン(Si)の場合、TPS708のように400 nm～1100 nmまでの範囲に分布します。視感度補正フィルタを付けて標準比視感度の特性に合わせたBS520や、