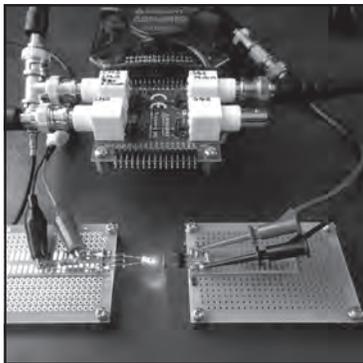


連載



エレクトロニクス自由研究

実験ではじめる 光と光センサの世界

第2回 光を電流に変える…フォトダイオードの基本動作

竹下 照雄 Teruo Takeshita

フォトダイオードは一言で表すと「光を電流に変える石(半導体)」です。しかも、電源や制御回路も不要です。この不思議なフォトダイオード(PhotoDiord:以後略号としてPDを併用)を、本連載で取り上げる最初のセンサとしました。

たいへん不思議なPDですが、現代では生活のいたるところで使われており、もっとも身近な半導体受光素子といえます。自動点灯の街灯や、写真撮影時に使われる照度計、リモコンの受光部などが例としてあげられます(図1)。

光を電流に変える半導体 「フォトダイオード(PD)」

● 本連載でのPDの位置づけ

ネットで「PD」を調べてみると次の記述がありました。「フォトダイオードは、光半導体素子のPN接合部に光を照射すると電流や電圧を発生する受光素子です。広い意味では太陽電池も含まれますが、通常は光の強弱の変化を精密に検出するセンサを意味します。」⁽¹⁾

この文章は明快ですが、わかったような、わからないような感じがあります。経験的ですが、筆者は大まかには、PDを光センサとして以下のように位置づけています。

- 目に見えるくらいの強さの光を捉えるセンサ
- 入射光に対する出力電流のダイナミック・レンジが広く直線性が優れている
- 安価で小型軽量、長寿命、機械的強度が高い
- 広帯域型は受光面が小さくて集光が大変



(a) S7686
(8×6×1mm)



(b) S5973 (直径5.4×3.6mm)

写真1 Siフォトダイオードの一例(浜松ホトニクス株)

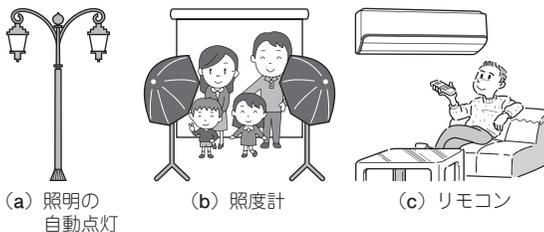


図1 フォトダイオードが使用されているところの例

写真1がPDの外観例ですが、(a)は光強度測定用に受光面積を広げたものです。(b)は光通信用に応答帯域を広げたもので、受光面積が小さいために入射窓に集光用レンズを付けたものもあります。

● PDってダイオード?

フォトダイオードは、名前からダイオードの一種であることがわかります。ダイオードは材料によってシリコン(Si)、ゲルマニウム(Ge)、ガリウムヒ素(GaAs)、シリコン・カーバイド(SiC)や金属と半導体を組み合わせたショットキー・バリア型があります。機能によるダイオードの分類と構造を表1に示します。

表1より、ダイオードと名の付くものは定電流ダイオードを除き、構造的に半導体のPN接合を用いていることがわかります。このなかでPDは、光を電流に変えることに特化したPN接合ダイオードです。入射光量により、電流-電圧特性が変化する特徴があります。

● PDの電流-電圧特性

PDの電流-電圧特性を図2に示します。この電流-電圧特性の曲線は、入射光量によって異なります。

また、①の曲線のように暗にて電圧を加えると整流ダイオードと同じ特性が得られます。これに対して光が入射すると、①の曲線は②に移動し、さらに光を強くすると光強度に比例して曲線は③へと平行移動します。

グラフの縦軸上の順電流 I_{sh} は、PDの両端子を短絡したときに流れる電流を表します。短絡電流と呼ばれ

* 稿末に光実験に関する用語をまとめました。