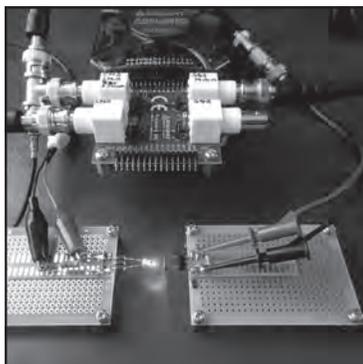


連載



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3回 フォトダイオードをさらに探る

竹下 照雄 Teruo Takeshita

フォトダイオードを一言で表すと「光を電流に変える石(半導体)」です。電源や制御回路も必要ありません。ここでは、照射光が半導体内部に起こす現象を掘り下げて、フォトダイオード(PD)の等価回路が意味することを探ります。物性の話が多くなりますが、これらの知識を使ってPDを使いこなしたいと思います。

光を電流に変える半導体 フォトダイオード(PD)の動作原理

● 等価回路の構成

PDの等価回路を図1に示します。定電流源とこれに並列になったダイオードと接合容量、および抵抗とこれらに直列になる抵抗によって構成されます。定電流源は、入射光の強度に比例した光電流を出力します。接合容量はPN接合部に生じる容量成分です。データシートにある端子間容量と同じと考えて差し支えありません。

並列抵抗は数百MΩから数GΩ、直列抵抗は数Ω程度です。等価回路をなぜこのように表すことができるかを順に考えていきます。

● 素子構造とエネルギー・バンド構造

フォトダイオードは、受光面であるアノード側をP型半導体とし、カソード側をN型半導体としてつなげ



図1 フォトダイオード(PD)の等価回路

たダイオード構造の光検出器です。

PDの動作原理を図2によって考えます。図1(a)は、PDの断面構造です。PD断面の中心線(1点鎖線)に沿ったエネルギー・バンド構造を図1(b)に示しました。破線は、中心線上の位置とバンド構造図の位置の対応です。

P型とN型半導体の接合部をPN接合部と呼びます。PN接合部の両端に生じた空乏層とその近傍部が、主な入射光-電流変換部として働きます。図1(b)で、エネルギー・バンドが曲がっている領域が空乏層です。

● 光のエネルギーが電流に変わる

半導体では、入射光のエネルギーによって価電子帯

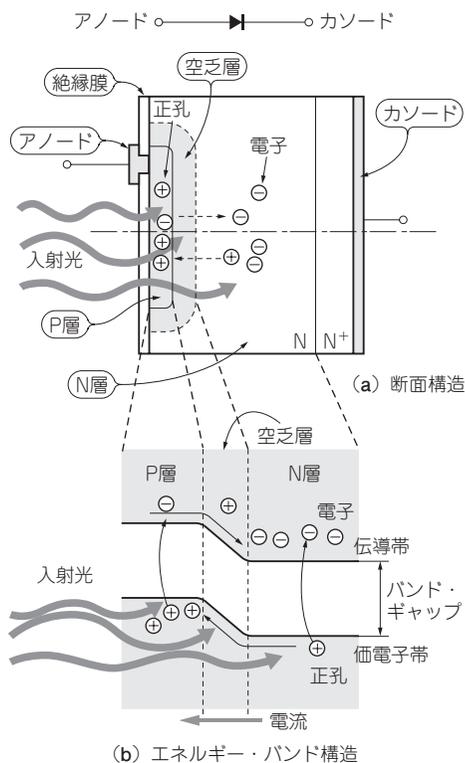


図2(1) PDの構造と動作原理

* 稿末に光実験に関する用語をまとめました。