

平成19年度 生産システム工学専攻 特別実験

実験テーマ

- ・光電素子の基礎実験

目的

半導体の光電効果を利用した光デバイスの特性を測定し、半導体の光物性を理解する。

実験1

- ・太陽電池の特性測定

実験2

- ・発光ダイオード(LED)の光起電力効果測定

・半導体の光電効果

光電効果とは

- ・半導体に光を照射した時、光のエネルギーにより電子が励起されて半導体の電氣的な性質が変化する現象
- ・半導体に電氣的エネルギーを加えることで電子と正孔を励起・再結合させて光を放出する現象

光エネルギー → 電気エネルギー

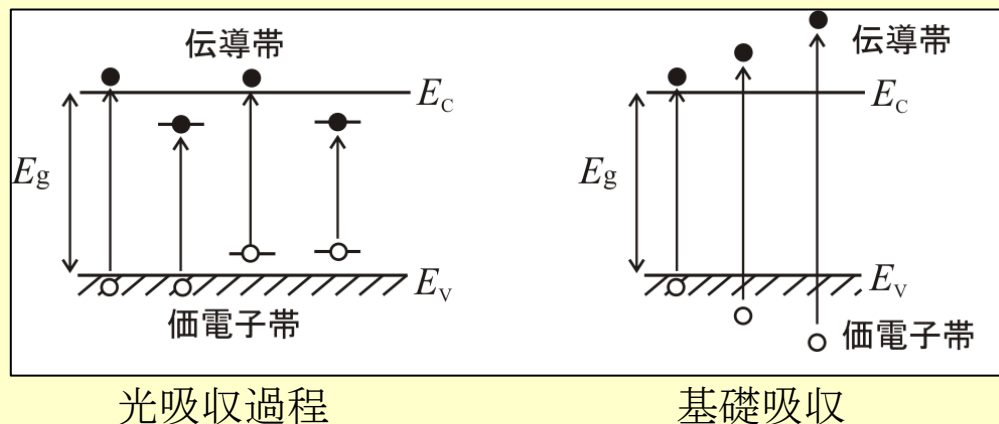
- ・光電子放出効果(外部光電効果)
- ・光導電効果(内部光電効果)
- ・光起電力効果

電気エネルギー → 光エネルギー

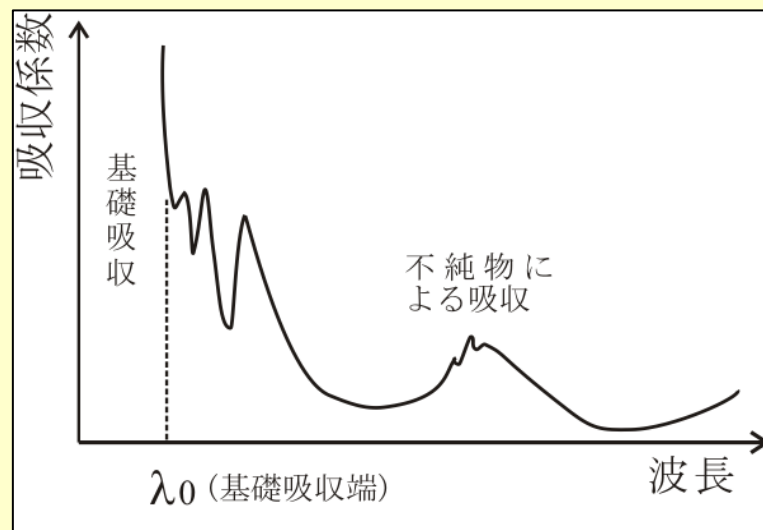
- ・電界発光

半導体の光吸収

半導体にエネルギー $h\nu$ の光が入射した時、準位間のエネルギー差に等しい光エネルギーを吸収し半導体中の電子が高いエネルギー状態に遷移(励起)する。



- ・端間吸収(基礎吸収)
- ・帯、局在準位間吸収
- ・局在準位間吸収



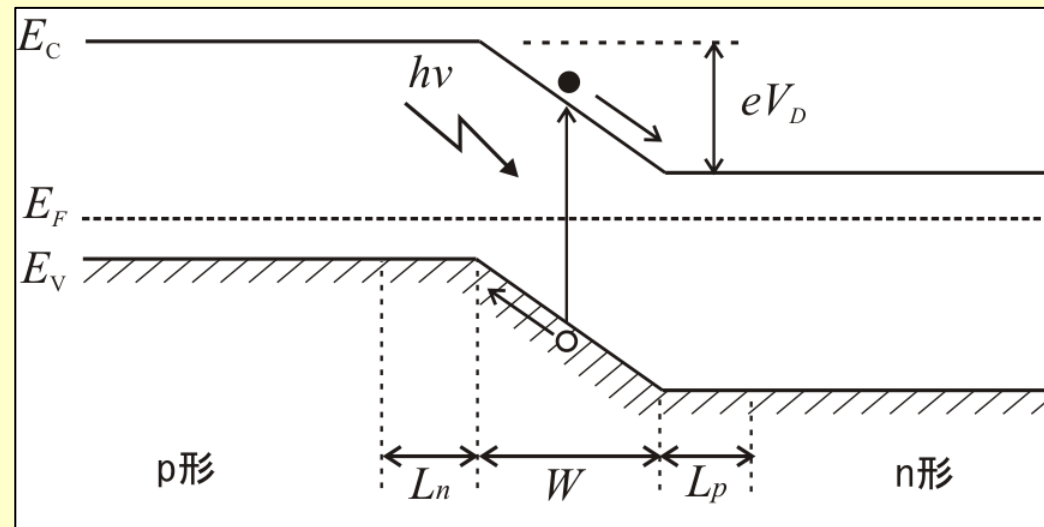
基礎吸収端の波長 λ_0 (基礎吸収される光の最長の波長)はバンドギャップの大きさ E_g で決まる。

$$\lambda_0 \cong \frac{1239.8}{E_g [\text{eV}]} \quad [\text{nm}]$$

図3 半導体の吸収スペクトル

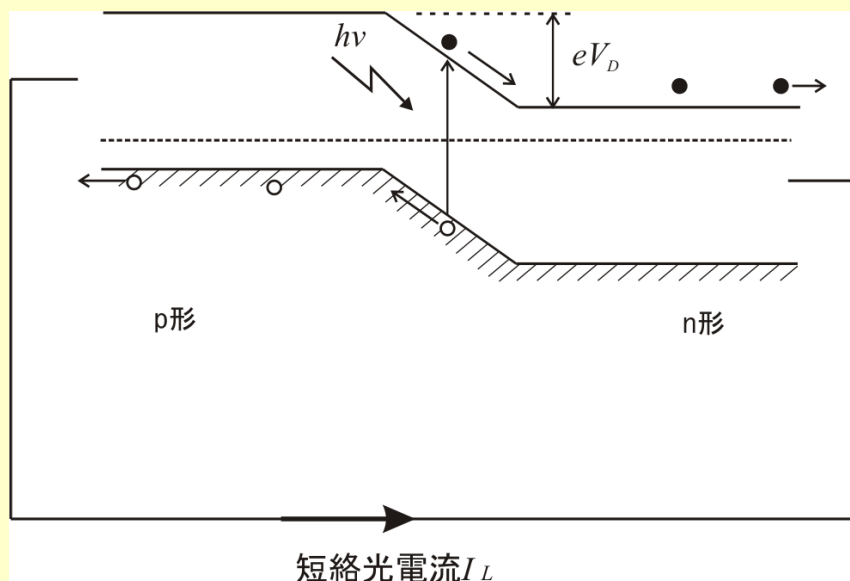
PN接合への光入射

半導体のバンドギャップより大きなエネルギーの光がPN接合に入射したとすると、そのエネルギーを受けて電子が高いエネルギー準位(伝導帯)に励起して電子・正孔が生成される。



生成された電子・正孔は拡散電位 V_D の電界によって、電子はn領域へ、正孔はp領域へドリフトする。

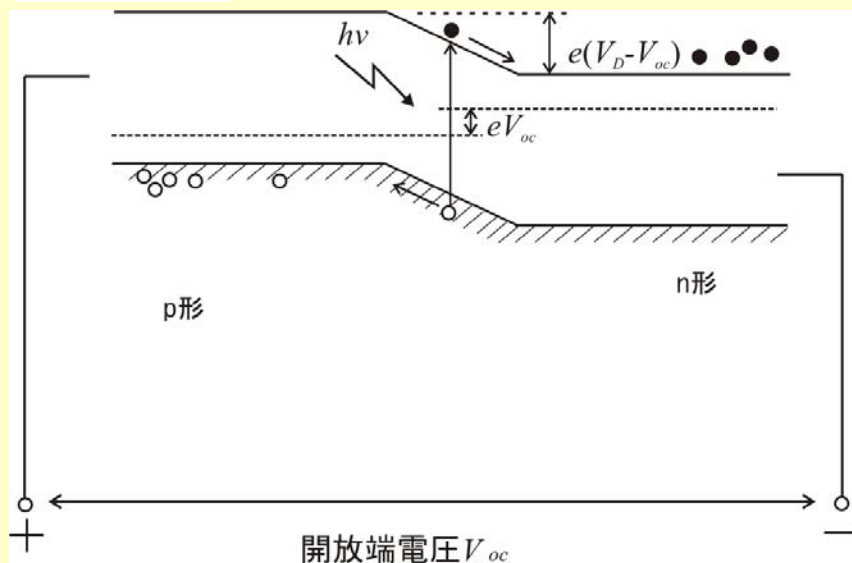
短絡状態



外部回路を短絡すると、p側へ移動した正孔とn側へ移動した電子がそれぞれ短絡した回路を通るので短絡電流が流れる。

$$I = -I_L$$

開放状態

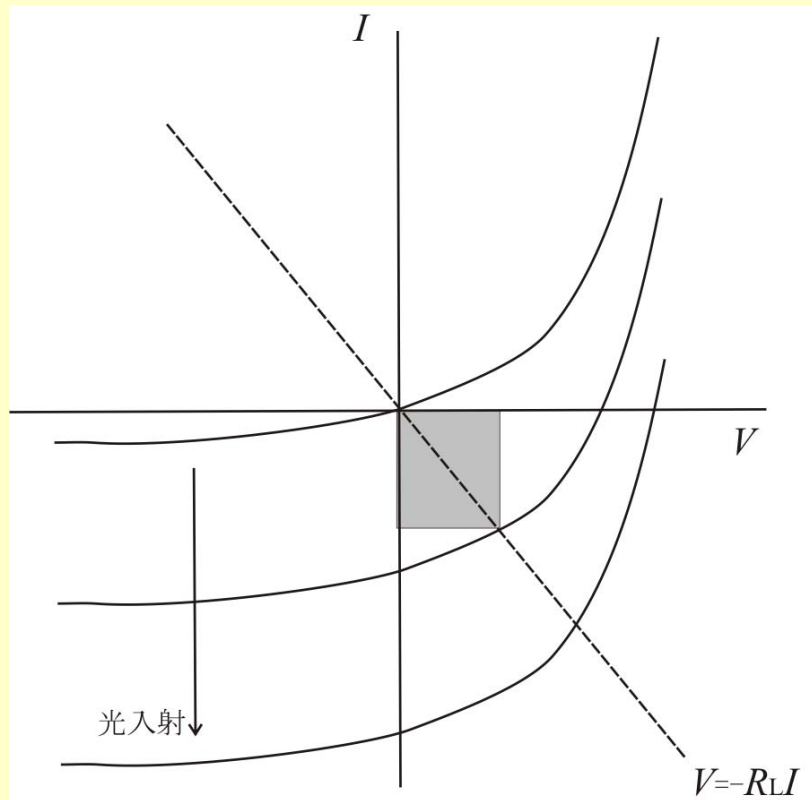


生成された電子・正孔はそれぞれの領域に蓄積するため、それらの電荷によって両端に開放端電圧が発生する。

光照射なし $I = I_S \left\{ \exp\left(\frac{eV}{kT}\right) - 1 \right\}$

光照射あり $I = I_S \left\{ \exp\left(\frac{eV}{kT}\right) - 1 \right\} - I_L$

・ I - V 特性



最大の出力を取り出すための抵抗を
最適負荷抵抗という