

n型, p型半導体とキャリヤー密度

波多腰玄一

1 はじめに

第25章～第28章で、結晶構造とエネルギー帯について述べた。今回はn型およびp型の半導体結晶におけるエネルギー帯構造とキャリヤー密度について述べる。キャリヤー密度の導出には第29章で述べた状態密度を用いる。

2 真性半導体, n型半導体, p型半導体

(1) 真性半導体

第25章で述べたように、GaAsやInPなどの化合物半導体は sp^3 混成軌道による共有結合で結晶構造を形成する。この共有結合の模式図を図1に示す（第25章の図6再掲）。このような不純物が添加されていない真性半導体（intrinsic semiconductor）では、バンド構造は図2のようになる¹⁾。図2(a)のフェルミ-ディラック分布（第29章参照）はエネルギーに対する電子の存在確率を表す分布で温度に依存する。図ではフェルミ準位を E_f で表してある。

真性半導体では電子のほぼ全てが価電子帯 ($E \leq E_v$) にあり、伝導帶は空である。温度が高くなると伝導帶 ($E \geq E_c$) での存在確率が増えるが、バンドギャップが $E_g \gtrsim 1$ eV程度であれば、高温でも伝導帶はほぼ空といってよい。これは絶縁体と同じで、この状態では電気伝導は起こらない。

実空間および波数空間において、電子の存在確率の高

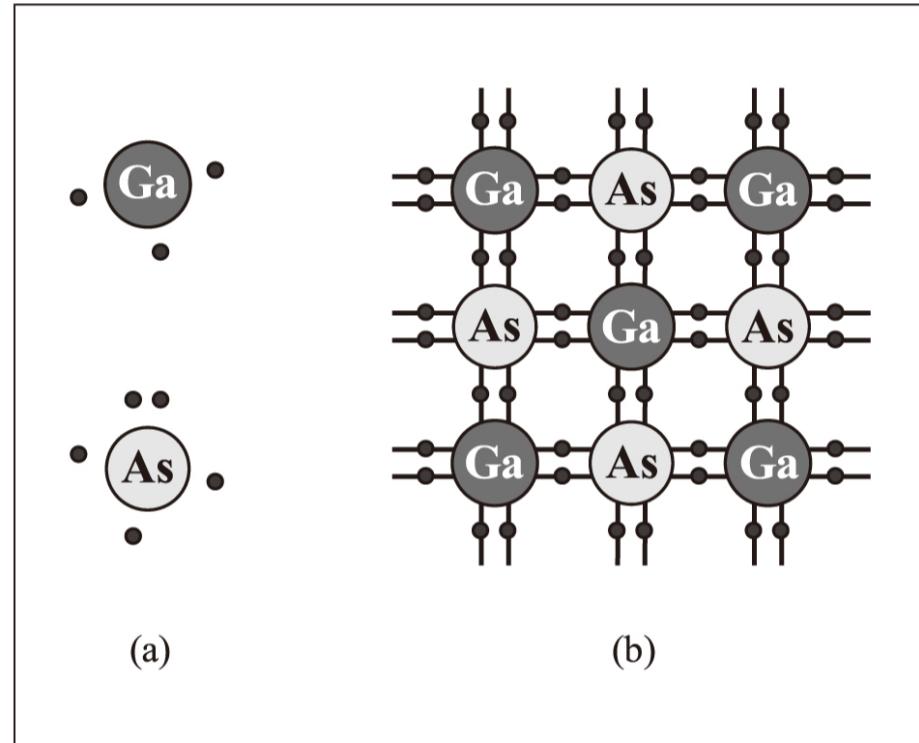


図1 (a) Ga, Asの最外殻電子 (b) 真性半導体における共有結合（第25章の図6再掲）

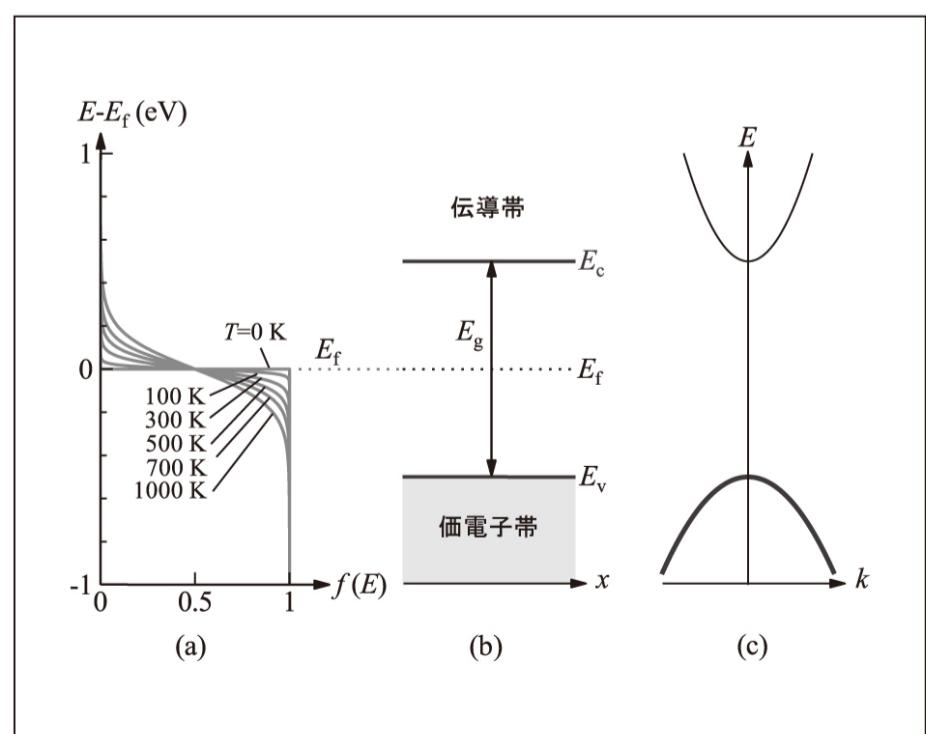


図2 真性半導体のバンド構造