

電気工学大要期末試験

2008/3/6 14:40~16:10

電子工学科 杉山 正和

持ち込み制限無し。ただし、各自独力で解答すること。

第1問

図1に、各種金属・半導体のフェルミ準位、価電子帯端、伝導帯端の位置を真空準位に対して示す。以下の構造における真空準位、フェルミ準位、価電子帯端、伝導帯端の位置を図2の例にならって解答用紙の目盛り上に図示せよ。外部から電位は印加せず、異種界面の電荷など非理想的な要因は無視すること。

縦軸のエネルギーはできるだけ正確に示す一方、横軸の長さは任意でよい。

(例) p-Si/n-Si (図2に例示)

(1) p-Ge/n-Ge

(2) Au/SiO₂/p-Si

(3) Al/p-Si/n-Si/Al

(4) p-Al_{0.4}Ga_{0.6}As/i-GaAs/n - Al_{0.4}Ga_{0.6}As

第2問

(1) 第1問における(例) p-Si/n-Si, (1) p-Ge/n-Ge のpn接合界面に、波長 $\lambda_1=0.8\ \mu\text{m}$, $\lambda_2=1.5\ \mu\text{m}$, $\lambda_3=2.0\ \mu\text{m}$ の光を入射したときに発生しうる最大の起電力をそれぞれ求めよ。ただし、熱の効果は無視すること。なお、波長1240 nmの光が持つエネルギーは1 eVである。

(2) 現在広く用いられているシリコン太陽電池よりも大きな発電効率を得るために、図3のような異種材料のpn接合を積層したタンデム太陽電池が開発された。この構造により高い発電効率を得られる理由を、図4に示す太陽光のスペクトルを参考に述べよ。

第3問

半導体デバイスの多くはシリコンを用いているが、いくつかのデバイスについては、その機能を発現するためにIII-V族化合物半導体(GaAsなど)を用いる必要がある。以下のデバイスについて、III-V族化合物半導体を用いる必要性を簡潔に述べよ。

(1) 発光ダイオード

(2) GHz帯の高周波を扱う高速トランジスタ(HEMTやHBTなど)

以上

真空準位

Al Au SiO₂ p-Si n-Si p-Ge n-Ge i-GaAs p-Al_{0.4}Ga_{0.6}As n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As

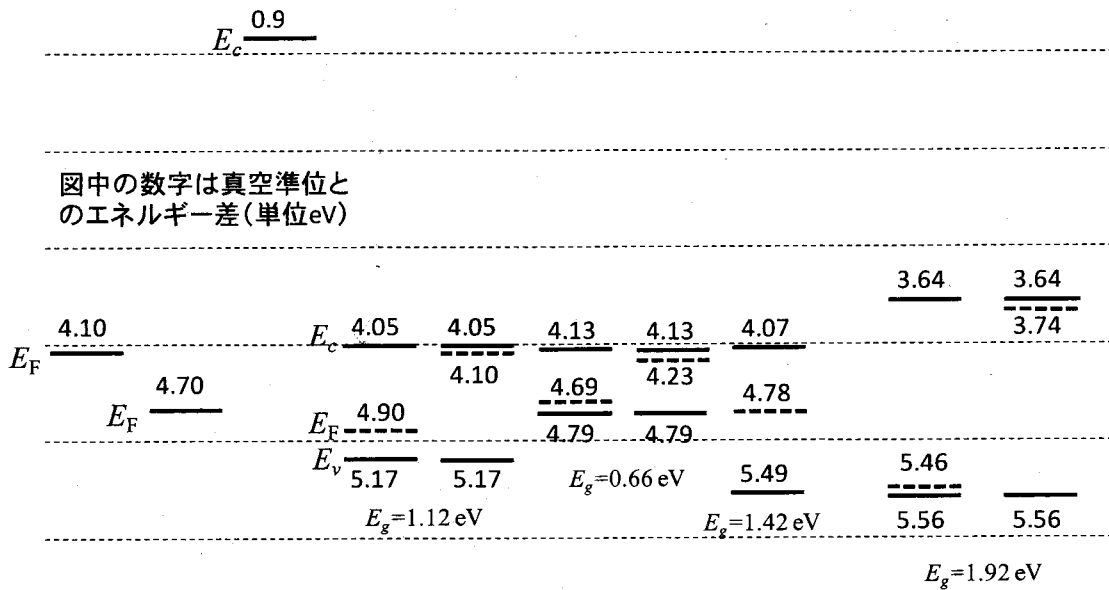


図1 各種金属・半導体のフェルミ準位, 価電子帯端, 伝導帯端の位置

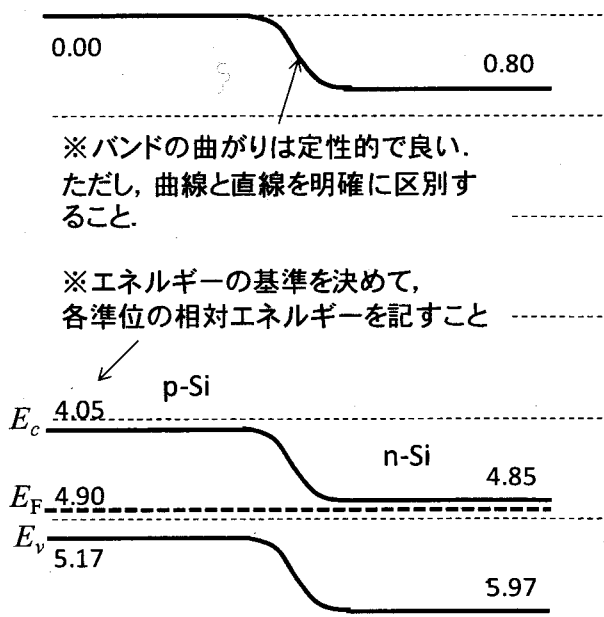
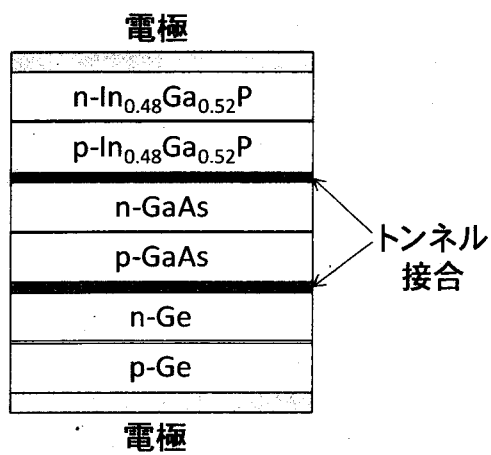


図2 p-Si/n-Si 構造における真空準位, フェルミ準位, 価電子帯端, 伝導帯端の位置



In_{0.48}Ga_{0.52}P: バンドギャップ1.86 eV

図3 タンデム太陽電池

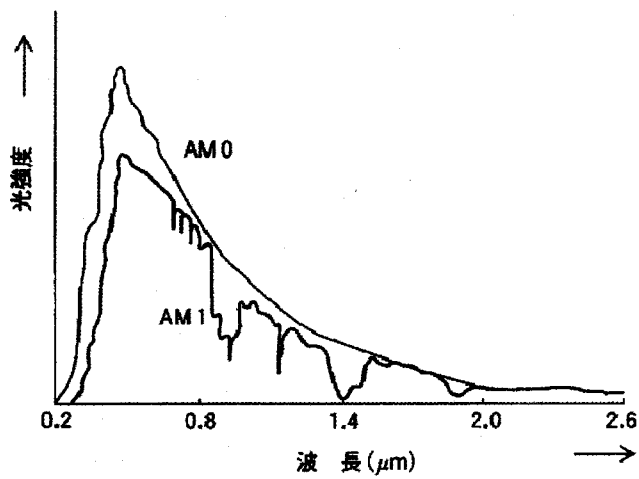


図4 太陽光のスペクトル