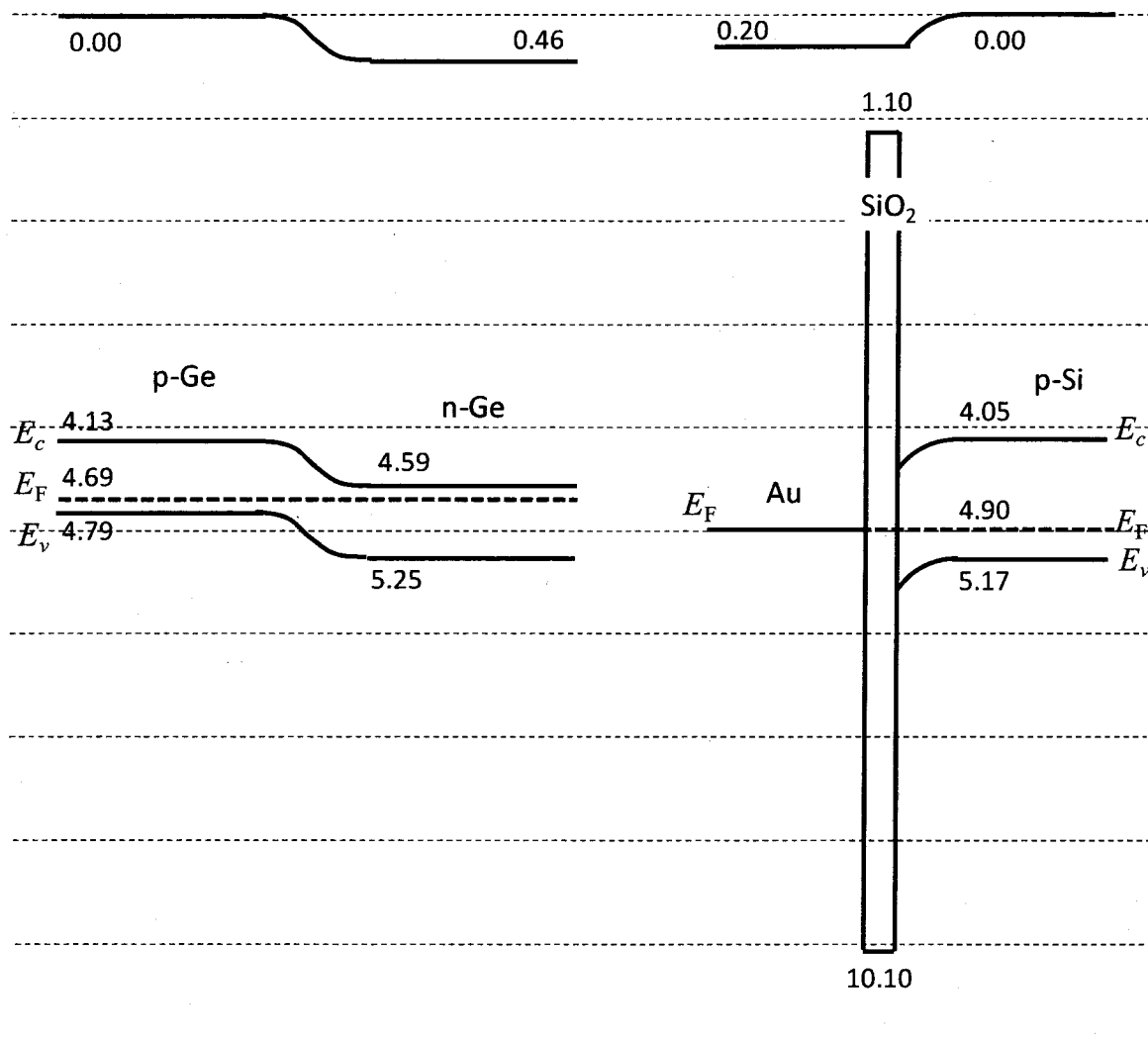
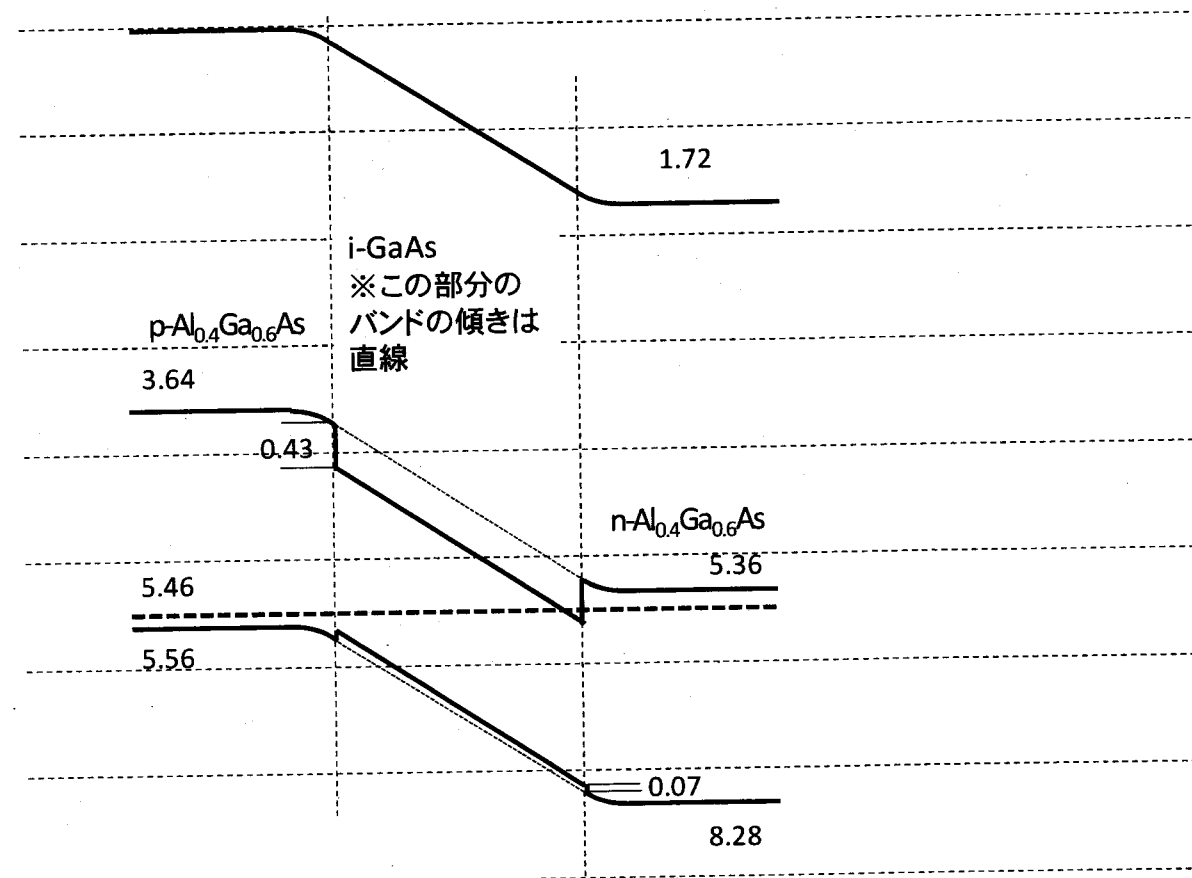
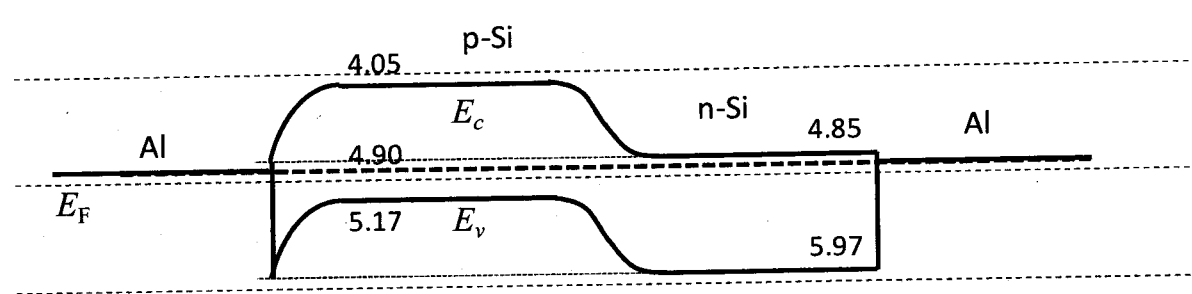
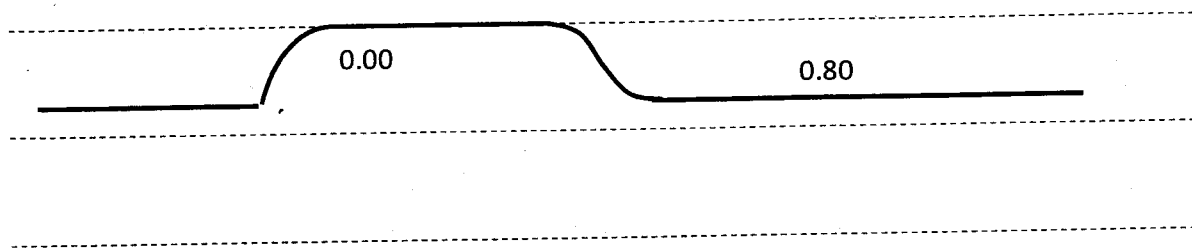


解答

第1問





第2問

(1)

			0.8	1.5	2	入射光の波長 (μm)
	バンドギャップ(eV)	内蔵電位 (V)	1.55	0.83	0.62	エネルギー (eV)
p-Si/n-Si	1.12	0.8	0.8	0	0	←pn 接合界面で生じる最大の電位 (開放電位) (V)
p-Ge/n-Ge	0.66	0.46	0.46	0.46	0	

(解説) 入射光のエネルギーがバンドギャップ以上なら, pn 接合界面の空乏層で発生した電子・正孔対がそれぞれ n, p 領域に拡散し, 外部回路に取り出すことができる. このとき, 電子や正孔は空乏層にかかっている電位勾配で移動するので, 電子や正孔が得る最大の電位は内蔵電位に等しい. (バンドギャップに等しい電位ではないことに注意.)

(2)

以下に記す内容が概ね簡潔にまとめられていればよい.

(講義では時間の制約で詳しく述べられませんでした, 今後のエネルギー問題を解決する上で重要な内容ですので, 知っておいて損はないです.)

半導体の pn 接合を用いた太陽電池におけるトレードオフ

(a) バンドギャップよりも大きなエネルギーしか吸収できない

→ バンドギャップの小さい材料が有利

(b) バンドギャップよりも大きな光については,

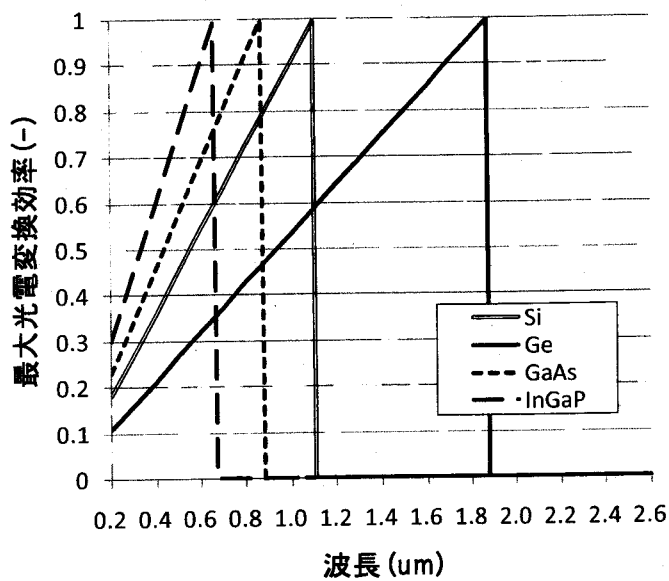
(光のエネルギー) - (内蔵電位)

が無駄になる

→ バンドギャップの大きい (内蔵電位が大きい) 材料が有利

たとえば, Si では太陽光のスペクトルのかなりの部分を占める波長 $1.1\mu\text{m}$ 以上の赤外光をカバーできない.

代わりに Ge を用いると, バンドギャップが $1.88\mu\text{m}$ に相当するため太陽光のスペクトルのほぼ全範囲をカバーできるが, 光強度が大きい可視光域の最大変換効率は Si よりも小さくなってしまふ.



このトレードオフを解消し、光電変換の効率を上げるには、エネルギーの大きい（波長が短い）光から順にバンドギャップの大きな材料で光電変換するタンデム太陽電池を用いるとよい。

上図で、波長が長くなって変換効率が0となるのは、光がその半導体層を透過することを意味するので、InGaP, GaAs, Ge とpn接合を積層する（この3つの材料は格子定数が近いのでエピタキシャル成長で積層構造を作製できる）ことで、短波長の光から順に効率よく光電変換できる。

第3問

- (1)直接遷移のIII-V半導体を用いないと、電子-正孔対を光に変換できない。
- (2)III-V半導体は電子移動度が大きいので、高速動作に適している。