

Поглощение света в пористом кремнии

Решение

1. Пористость получившегося ПК равна:

$$P = \frac{M - m}{M} = \frac{1 - 0.2}{1} = 0.8 \text{ (т.е. 80\%).}$$

2. Если ПК состоит из нанокристаллов с размерами $d = 10$ нм, то квантовым размерным эффектом можно пренебречь, поскольку $\hbar^2/(2md^2) \approx 8 \cdot 10^{-21}$ Дж = 0.05 эВ $\ll E_g = 1.1$ эВ, а значит ширина запрещенной зоны $E_{g1} \approx E_g$.

Поэтому ПК будет поглощать свет подобно с-Si, но с уменьшенным вследствие удаления части вещества коэффициентом поглощения $\alpha_1 = \alpha(1-P) = 0.2 \alpha$.

С учетом того что интенсивность прошедшего света определяется законом Ламберта-Бугера-Берра: $I = I_0 e^{-\alpha h}$, получим для интенсивности света через пластинку ПК по отношению к пластинке с-Si:

$$I_1 / I = e^{h(\alpha - \alpha_1)} = e^{0.8h\alpha} = e^{0.8 \cdot 0.002 \cdot 2000} \approx 24$$

3. В случае, если размеры нанокристаллов $d = 2$ нм, то вследствие квантового размерного эффекта ширина запрещенной зоны составит:

$$E_{g1} \approx E_g + \hbar^2/(2md^2) \approx 1.1 + 1.25 = 2.35 \text{ эВ,}$$

что соответствует длине волны 528 нм. Следовательно, свет с длиной волны 600 нм, не будет поглощаться в таком веществе.

Искомое изменение интенсивности прошедшего света по отношению к пластине из с-Si будет равно:

$$I_0 / I = e^{h\alpha} = e^{0.002 \cdot 2000} \approx 53.$$