

К ВОПРОСУ О ЗАВИСИМОСТИ КВАНТОВОГО ВЫХОДА ФОТОЭФФЕКТА В InSb ОТ ЭНЕРГИИ ФОТОНОВ

В.Н.Ивахно, Д.Н.Наследов

Фотон с энергией $h\nu > E_g + 3/2 kT$ рождает в полупроводнике горячие носители, которые способны создавать новые электронно-дырочные пары. Вопрос о пороговой энергии (ПЭ), начиная с которой квантовый выход $\eta > 1$, является предметом дискуссии в течение ряда последних лет [1 – 8], ввиду его практической важности и неоднозначности выводов проведенных квантово-механических расчетов.

Так, согласно расчетам [1] ПЭ для InSb равна $h\nu = 2 \left(1 + \frac{m_e}{m_h}\right) E_g$,

т. е. практически равна $2E_g$. В работах [4, 5] подчеркивается важность рассеяния энергии на оптических фононах и считается, что ПЭ $\gg 2E_g$. Расчеты по методу Монте-Карло [2, 3] показывают, что вероятность ионизации носителями отлична от нуля даже при энергиях близких к $2E_g$, однако в литературе этот вывод оценивается скептически [2, 6].

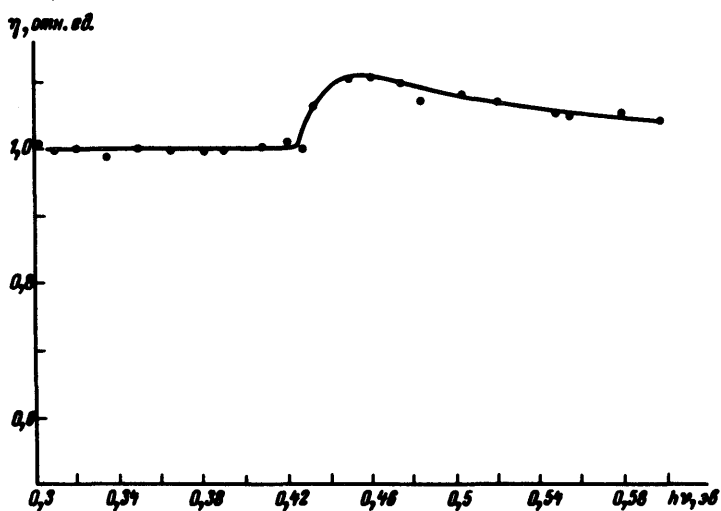
Ранее нами уже сообщалось о тонкой структуре квантового выхода для InSb [7]. Эти исследования были продолжены и основное внимание концентрировалось на выявлении значения ПЭ, которая согласно [7] близка к $2E_g$.

Источником фотонов служил спектрофотометр ИКС-14 с призмой CaF_2 , помещенный в вакуумноплотную камеру с непрерывной осушкой атмосферы. Это полностью исключало атмосферные линии в области 1–5 мк. Производилась одновременная запись по болометру ИКС-14 и исследуемому фотоэлементу. Применялась только зеркальная оптика; р-п-переходы находились в режиме короткого замыкания, когда справедливо соотношение $I_p = \eta \sim \eta$.

Можно видеть (рисунок), что рост η начинается при $h\nu \approx 0,43 \text{ эв}$. Т. е. в пределах точности эксперимента ПЭ соответствует $2E_g$, если учесть, что при 90°K $E_g = 0,22 \text{ эв}$. Для $h\nu \geq 0,48 \text{ эв}$ $\partial\eta/\partial(h\nu) < 0$, что является неожиданным и предстоит еще исследовать.

Аналогичные результаты нами были получены при исследовании фотопроводимости и фотомагнитного эффекта в InSb .

Возможно, что обнаруженная нами закономерность для $\eta = f(h\nu)$ имеет место и в других полупроводниках, имеющих структуру зон сходную с InSb. Тогда мы можем констатировать, что в полупроводниковых кристаллах уже при энергиях фотонов, близких к $2E_g$, происходит интенсивная ионизация горячими носителями, способная заметно повысить квантовую эффективность.



Зависимость квантового выхода от энергии фотонов в InSb. Данные нормированы относительно $h\nu = 0,35$ эв; коэффициент отражения принят постоянным

В свете вышеизложенного, нам представляется также, что расчеты рассеяния энергии горячими носителями, проведенные по методу Монте-Карло, по-видимому, соответствуют действительности.

Физико-технический институт
им. А.Ф.Иоффе
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
15 июля 1970 г.
После переработки
31 августа 1970 г.

Литература

- [1] A.R.Beattie. J. Phys. Chem. Sol., 24, 1049, 1962.
- [2] W. von Roosbroeck. Phys. Rev., 139, A1702, 1965.
- [3] E.O.Kane. Phys. Rev., 159, 624, 1967.
- [4] E.Antoneik. Chech. J.Phys., 18, 157; 1957.
- [5] W.Shockley. Solid State. Electr, 2, 35, 1961.
- [6] К.И.Брицын, В.С.Вавилов. ЖЭТФ, 34, 1354, 1958.
- [7] Е.Н.Ивахно, Д.Н.Наследов. ФТТ, 6, 2094, 1964.