

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФЭП НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ INN/SI

Малахов В. Я.

Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины
03680, Киев-142, ул. Кржижановского, 3. E-mail: vlad.malakhov@ipms.kiev.ua

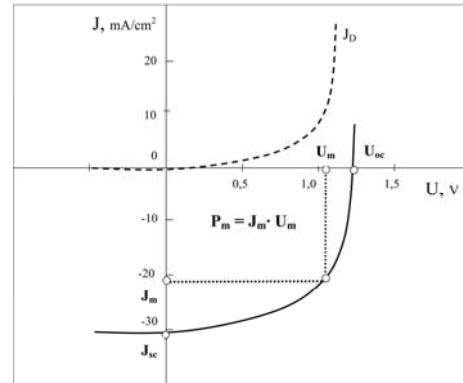
Полупроводниковые гетероструктуры на основе нитрида индия, включая твердые растворы $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$, привлекают в последнее время внимание исследователей из-за потенциальных возможностей их применения в современной электронике и фотонике (СВЧ-транзисторы, светодиоды, лазеры, а также эффективные солнечные батареи) [1-3]. Интенсивное развитие технологических низкотемпературных методов выращивания пленок нитридов III группы позволило улучшить их стехиометрию, кристаллическое совершенство и, соответственно, большинство физических характеристик.

Нами выполнены расчеты основных рабочих параметров фотоэлектрического преобразователя (ФЭП) на основе синтезированных нами поликристаллических пленок InN [4].

Оптимальный к.п.д. (η) такого ФЭП на основе гетероструктуры InN/Si, где n-слой (эмиттер) и p-Si (база), достигается при больших значениях $\alpha(E)$ (коэффициент оптического поглощения света), τ (время жизни неосновных носителей заряда), L (длина свободного пробега) ($\alpha L > 3$) в комбинации со скоростью поверхностной рекомбинации носителей S . Эти параметры могут быть получены при выборе соответствующих значений ширины запрещенной зоны E_g (~1,0 и 2,0 эВ) для эффективного тандема InN/Si ячейки и оптимальных значений I_{sc} и V_{oc} [1].

Для определения η ФЭП на основе InN/Si были использованы следующие значения параметров для InN: $L_{n,p} = 1,0$ и $4,0$ мкм. Для Si: $L_{n,p} = 15,0$ и $100,0$ мкм ($x = 0,1$ мкм; $\tau = 5 \cdot 10^{-9}$ с; $S = 10^4$ см/с; $D_{p,n} = 40$ см²/с). Из решения уравнения непрерывности для каждого слоя получили значения $J_m \approx 22$ мА/см² и $U_m \approx 1,1$ В, которые подставили в расчетное выражение для $\eta = J_m \cdot V_m / P_{in} = J_{sc} \cdot V_{oc} \cdot FF / P_{in}$. Зная величину мощности падающего на фотоэлемент светового потока $P_{in} \sim 80$ мВт, находим к.п.д. (η) 2-каскадного ФЭП на основе гетероперехода InN/Si равный 30,2 %.

На рисунке представлена расчетная вольт-амперная характеристика (J-U) такого ФЭП.



Таким образом, предлагаемый нами на основе пленочного гетероперехода InN/Si ФЭП удовлетворяет указанным выше требованиям. Это, прежде всего, удачное сочетание оптимальных межзонных щелей E_g : 1,1 эВ (Si) и ~2,0 эВ (InN).

Кроме того, такая структура характеризуется высоким коэффициентом поглощения света ($\alpha_{\text{InN}} > 10^4$ см⁻¹) и максимальной адаптацией к солнечному спектру, что способствует увеличению к.п.д.

Важными преимуществами такого ФЭП являются установленная нами долговременная стабильность оптоэлектронных параметров пленок InN, а также устойчивость к воздействию радиации и агрессивного химического окружения [5].

Существующая проблема гетероэпитаксии пленок InN на кремнии может быть решена путем подбора соответствующего переходного слоя (например, AlN) на границе InN-Si, чтобы максимально согласовать периоды решеток и, таким образом, улучшить электрические и оптические характеристики гетероперехода.

1. Yamamoto A. et al., *Sol. Energy Mater. And Sol. Cells*, **35**, (1994) 53-60.
2. Ambacher O., *J. Phys. D: Appl. Phys.* **31**, (1998) 2653-2710.
3. Wu J., Walukiewicz W., Yu K.M. et al., *Appl. Phys. Lett.* **80**, (2002a) 3967-3970.
4. Malakhov V. Ya., *Proc. of the Euromat'99*, **9**, (1999) 75-79.
5. Malakhov V. Ya., *Solar Energy Materials & Solar Cells*, **76**(4) (2003) 637-641.