

Эмиссия и инжекция электронов низких энергий в вакуумных диодах с электродами на основе полупроводниковых гетероструктур с эффективным отрицательным электронным средством

В.А. Голяшов^{1,2)}, Н.А. Назаров²⁾, В.С. Русецкий^{2,3)}, А.В. Миронов²⁾, В.В. Аксенов²⁾, О.Е. Терещенко^{1,2)}

¹ *Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова СО РАН,
630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13*

² *Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова 2*

³ *ЗАО "ЭКРАН-ФЭП", 630060, Новосибирск, ул. Зеленая горка 1.
тел: +7 (913) 200-2603, эл. почта: vladimirgolyashov@gmail.com*

DOI 10.34077/RCSP2019-37

Несмотря на более чем пятидесятилетнюю историю развития фотоэммиттеров с эффективным отрицательным электронным средством (ОЭС), по-прежнему остаётся много вопросов, как в физике фотоэмиссии, так и в достижении предельных параметров приборов на основе различных полупроводниковых фотокатодов с ОЭС. В частности, интерес представляет получение энергетических и угловых распределений фотоэлектронов, эмитируемых из фотокатодов с ОЭС и построение соответствующей детальной модели процесса эмиссии электронов из области пространственного заряда на поверхности полупроводника с ОЭС в вакуум [1]. Основной проблемой при изучении фотокатодов с ОЭС является очень низкая (до 300 мэВ) кинетическая энергия эмитируемых фотоэлектронов, и, как следствие, сильное влияние любых неоднородностей прикладываемого электрического поля. Эту проблему удастся избежать при изучении процессов фотоэмиссии электронов в вакуумных фотодиодах, в которых оба электрода являются полупроводниковыми гетероструктурами с эффективным отрицательным электронным средством [2]. Кроме того, такие фотодиоды позволяют изучать инжекцию свободных электронов (в том числе поляризованных по спину) в полупроводниковые гетероструктуры.

Фотодиод с двумя ОЭС электродами продемонстрировал способность генерации фототока в широком диапазоне длин волн (350-900 нм) без потенциала смещения. Показано, что значение эффективности преобразования световой энергии в электрическую может достигать значения квантовой эффективности фотокатода, т.е. свыше 50%. Предложен новый вакуумный многокаскадный солнечный элемент с несколькими р-п переходами, разделенными вакуумными зазорами [3]. Измерения энергетических распределений фотоэлектронов при низких температурах подтвердили наличие тонкой структуры в фотоэмиссионных спектрах, связанной с рассеянием электронов на оптических фононах при выходе в вакуум через квантово-размерные состояния в области пространственного заряда.

Методом поляризованной катодолюминесценции (КЛ) изучена инжекция свободных поляризованных по спину электронов в гетероструктуры AlGaAs с квантовыми ямами GaAs. Измерена зависимость циркулярной поляризации КЛ от энергии инжектируемых электронов в интервале 0.5-4 эВ, которая удовлетворительно описывается релаксацией спина по механизму Дьяконова-Переля. Показана возможность измерения пространственного распределения поляризации электронов по одной проекции спина в сечении пучка электронов путем измерения пространственного распределения интенсивности и поляризации КЛ. Обсуждается влияние углового распределения эмитированных из фотокатода электронов на получаемые картины КЛ и возможность восстановления полного их энергетического распределения из картин КЛ.

Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках проекта № 18-02-00353 А.

Литература

- [1] F. Ichihashi et. al. // Review of Scientific Instruments 89, 073103 (2018).
- [2] A.A. Rodionov et. al. // Physical Review Applied 8(3), 034026 (2017).
- [3] O.E. Tereshchenko et.al. // Scientific Reports 7(1), 16455 (2017).