Фотоприемные устройства на основе наноразмерных гетероструктур InAs/GaSb

Л.В. Данилов, Р.В. Левин, И.В. Федоров, Н.В. Павлов, В.Н. Неведомский, Б.В. Пушный,
М.П. Михайлова, И.А. Андреев, Г.Г. Зегря

Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе, Санкт-Петербург,

194021, Политехническая, 26

тел.: +7 (812) 292-7367, факс: +7 (812) 292-7367, эл. почта: danleon84@mail.ioffe.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-159

Фотоприемные устройства (ФПУ) ближнего и среднего инфракрасного диапазона находят применение в самых различных областях науки и техники. Прежде всего, это - оптические телекоммуникационные системы (ВОЛС, АОЛС), системы дальнометрии и целеуказания, комплексы экологического мониторинга и тепловизуализации. Разработка и создание таких устройств является одной из приоритетных задач ИК оптоэлектроники.

В настоящее время много внимания уделяется созданию ФПУ на основе системы объемных материалов HgCdTe/CdTe. Сравнительно простой способ управления областью поглощения за счет изменения состава тройного раствора HgCdTe позволяет создавать широкополосные ФПУ для среднего и дальнего ИК диапазона на основе варизонных гетероструктур [1]. Однако, спектральная чувствительность таких устройств невелика из-за высокой вероятности безызлучательной Оже-рекомбинации и межзонного туннелирования. Эти факторы значительно сокращают время жизни фотовозбужденных носителей заряда, что особенно характерно для высоких рабочих температур ($T > 100\text{K}$).

Принципиально другим подходом к созданию ФПУ для ближнего, среднего и дальнего ИК-диапазона является разработка устройств с активной областью на основе напряженных наноразмерных гетероструктур II типа InAs/GaSb. Преимуществом подобных гетероструктур является значительное подавление процессов безызлучательной Оже-рекомбинации и межзонного туннелирования за счет разделения областей пространственной локализации электронов и дырок [2]. В настоящей работе сообщается о разработке ФПУ на основе сверхрешеток InAs/GaSb, а также гетероструктур с единичной квантовой ямой n-GaSb/InAs/p-GaSb. В рамках технологии газовой эпитаксии из металлоорганических соединений (МОСГФЭ) были синтезированы чередующиеся слои InAs и GaSb с толщинами от 1 до 3 нм, при этом толщина переходных слоев при скорости роста 1.5 нм/мин не превышала 0.5 нм. При исследовании фото и электролюминесценции полученных образцов наблюдались интенсивные спектры излучения в диапазоне длин волн 2200–4600 нм, что хорошо согласуется с теоретическим расчетом энергетического спектра рассматриваемых гетероструктур. При исследовании фотоэлектрических свойств диодной гетероструктуры с единичной квантовой ямой n-GaSb/InAs/p-GaSb наблюдался эффект увеличения дифференциальной фотопроводимости при малых обратных смещениях (менее 200 мВ) по сравнению с объемной p-i-n структурой на основе GaSb [3,4]. Данный эффект наблюдался при фотовозбуждении монохроматическим излучением с длиной волны 1.55 мкм. Значение ватт-амперной чувствительности при этом достигало величины $4.2 \cdot 10^2 \text{ А/Вт}$. Принимая во внимание, что высокий уровень спектральной чувствительности достигается при малых внешних смещениях, обнаруженный эффект можно рассматривать как основу для создания компактных фотоприемников для высокоскоростных коммуникационных систем с низким энергопотреблением.

Литература

- [1] Piotrowski et al., *Infrared Physics & Technology* 49, 173, (2007).
- [2] G.G. Zegrya et al., *Appl. Phys. Lett.* 67, 2681, (1995).
- [3] L.V. Danilov et al., *Semiconductors*, v.51 (9), pp. 1148-1152, (2017).
- [4] M.P. Mikhailova et al., *Semiconductors*, v.52 (8), pp. 1037-1042, (2018).