

Аналитический обзор достижений по разработке фотоприемников ультрафиолетового  
диапазона

Д.В. Смирнов<sup>1</sup>, М.В. Седнев<sup>1</sup>, К.О. Болтарь<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ГНЦ РФ АО «НПО «Орион»

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

Анализ российских и зарубежных источников показал, что, кроме ИК, большой интерес с практической точки зрения имеет спектральный диапазон УФ излучения, не чувствительный к излучению Солнца. В нем возможно детектирование УФ излучения от других (искусственных) объектов (обнаружение ракет и предупреждения о ракетной опасности (обеспечивается четкое различие между корпусом ракеты и ее следом (факелом); обнаружение компонент биологического и химического оружия; экологический мониторинг атмосферы; мониторинг возгораний и пожаров; УФ астрономия и т.д.) [1].

В данном аналитическом обзоре предоставлена классификация фотоприемников ультрафиолетового диапазона (ФП УФ) от тепловых твердотельных детекторов до полупроводниковых квантовых матричных широкоформатных фотоприемников. Описаны основные особенности, преимущества и недостатки, области применения каждого типа фотоприемников. Большое внимание уделено полупроводниковым квантовым фотоприемникам на основе различных материалов (алмаз, Si, карбид кремния SiC, соединения типа A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> (фосфиды и арсениды галлия и алюминия и их соединения (GaP/Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>P, GaAs, GaP<sub>x</sub>As<sub>1-x</sub>), нитриды галлия и алюминия (GaN/Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N)), соединения типа A<sup>II</sup>B<sup>VI</sup> (CdS, ZnSe, ZnS, ZnMgBeSe, ZnO и т.д.)) и разных структур (фоторезисторы, диоды Шоттки и p-n и p-i-n фотодиоды, лавинные фотодиоды, m-s-m структуры). [2-13] Наиболее перспективными материалами для создания селективных ФП УФ являются гетероэпитаксиальные структуры (ГЭС) Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N, а наиболее эффективным типом ФП являются p-i-n фотодиоды, что позволяет достигнуть значений квантовой эффективности  $\gamma = 0,5 \div 0,68$  и удельной обнаружительной способности  $D^* = 10^{13} \div 10^{14} \text{ см} \cdot \text{Вт}^{-1} \cdot \text{Гц}^{1/2}$ . [10-14]

Литература

1. *Бегучев В.П.* Состояние с разработкой матричных фотоприемников ультрафиолетового излучения за рубежом (обзор). – М.: ФГУП «НПО «Орион», 2007. – С. 1-2.
2. *Филачев А.М., Таубкин И.И., Тришенков М.А.* Твердотельная фотоэлектроника. Физические основы: учебное пособие для вузов. – М.: Физматкнига, 2007. – С. 13-34.

3. *Артюков И.* Детекторы ультрафиолетового излучения. – Фотоника. – 2008. – №5. – С. 26-33.
4. *Айнбунд М. Р. и др.* Новые фотокатоды УФ и ИК-диапазонов для перспективных фотоприемных устройств. – Прикладная физика. – 2006. – №4. – С. 97-98.
5. *Пасынков В. В., Чиркин Л. К.* Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. – 4-е перераб. и доп. изд. – М.: Высшая школа, 1987. – 479 с.
6. Краткий словарь физических терминов / Сост. А. И. Болсун, рец. М. А. Ельяшевич. – Мн.: Вышэйшая школа, 1979. –с. 43.
7. ГОСТ 6616-94. Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия.
8. Физический энциклопедический словарь, т. 4, М., 1965.
9. *Бланк Т.В., Гольдберг Ю.А.* Полупроводниковые фотоэлектропреобразователи для ультрафиолетовой области спектра. – ФТП. – 2003. – Т. 37. – №. 9. – С. 1025-1055.
10. *Reine M. B., et al.* Solar-blind AlGa<sub>N</sub> 256×256 p-i-n detectors and focal plane arrays. – Proc. of SPIE. – 2006. – V. 6119. – P. 611901-1.
11. *McClintock R. et al.* III-Nitride Based Avalanche Photo Detectors. – Proc. of SPIE. – 2010. – V. 7780. – P. 77801B-1-77801B-13.
12. *Morkoc H., Litton C.W., Chyi J., Nanishi Y., Piprek J.* Gallium Nitride Materials and Devices. – Proc. of SPIE. – 2009. – V. 6121. – P. 61210R-61210R-2.
13. *Болтарь К. О. и др.* Твердотельная фотоэлектроника ультрафиолетового диапазона (обзор). – Успехи прикладной физики. – 2014. – Т. 2. – № 6. – С. 627.
14. *Болтарь К. О. и др.* Солнечно-слепые p-i-n-фотодиоды на основе гетероструктур AlGa<sub>N</sub>/AlN. – Прикладная физика. – 2013. – № 6. – С. 74.