

## Получение и исследование пятерных твёрдых растворов AlGaInAsSb и GaInAsPSb для оптоэлектронных устройств на длины волн 3-5 мкм

Г. С. Гагис<sup>1,a</sup>, В. И. Васильев<sup>1,b</sup>, Р. В. Лёвин<sup>1,c</sup>, В. В. Дюделев<sup>1,d</sup>, А. С. Маслов<sup>2</sup>,  
В. И. Кучинский<sup>1,e</sup>, А. В. Аникеичев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

<sup>a</sup>тел: (812) 297-51-69, эл. почта: tea3d@pochta.ru, ggs@list.ru

<sup>b</sup>тел: (812) 292-73-34, эл. почта: giman@mail.ioffe.ru

<sup>c</sup>тел: (812) 297-51-69, эл. почта: lev13@yandex.ru, Lev@vpegroup.ioffe.ru

<sup>d</sup>тел: (812) 292-79-14, эл. почта: Vlad@kuch.ioffe.ru

<sup>e</sup>тел: (812) 292-79-14, эл. почта: Vladimir@kuch.ioffe.ru

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,  
Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 292-79-14, эл. почта: allex-xa@mail.ru

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

эл. почта: alani76@mail.ru

Диапазон длин волн 1.7-5 мкм интересен тем, что в нём лежат линии поглощения некоторых веществ, в том числе токсичных, одно из окон прозрачности атмосферы и минимумы потерь в оптических волокнах нового поколения на основе флюоридных стёкол. Таким образом, оптоэлектронные устройства на данные длины волн требуются для газового анализа, телекоммуникаций и локации.

В настоящее время успешно изготавливаются оптоэлектронные приборы, работающие в диапазоне длин волн 1.7 — 3 мкм, в то время как с изготовлением устройств на 3 — 5 мкм имеются затруднения из-за того, что традиционно-используемые для изготовления активных областей узкозонные твёрдые растворы GaInAsSb, соответствующие длинам волн 3 — 5 мкм, имеют не оптимальные значения физических параметров, вследствие чего, в них достаточно сильны безизлучательные Оже-процессы, а ограничивающие слои AlGaInAs и InAsPSb не обеспечивают барьеров нужной величины.

Поэтому актуален поиск новых материалов, позволяющих устранить эти недостатки. Как показывают проведённые исследования, пятерные твёрдые растворы GaInAsPSb демонстрируют при 77 К на порядок большую интенсивность фотолюминесценции, чем GaInAsSb, а так же у них наблюдается фотолюминесценция при комнатной температуре. В ряде литературных источников [1-3] сообщается о том, что использование пятерных твёрдых растворов AlGaInAsSb позволяет обеспечить эффективные барьеры для электронов и дырок, за счёт чего были получены лазеры на длины волн около 3 мкм, работающие при комнатной температуре. К настоящему моменту твёрдые растворы GaInAsPSb были получены методом жидкофазной эпитаксии, а AlGaInAsSb — преимущественно методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Технологии получения этих материалов методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений (ГФЭ МОС) в настоящее время не развиты.

В данной работе были получены твёрдые растворы GaInAsSb, InAsPSb и AlGaInAsSb на подложках InAs(100) методом ГФЭ МОС на установке AIX200 с горизонтальным реактором при температуре 600°C и пониженном давлении (100 мбар). В качестве источников элементов третьей группы использовались: триметилалюминий (TMAI), триэтилгаллий (TEGa) и триметилиндий (TMIn); пятой — триметилсурьма (TMSb), арсин (AsH<sub>3</sub>) и фосфин (PH<sub>3</sub>). Скорость роста составляла 3 — 4 мкм/час.

### Литература

1. M. Grau et al, Appl. Phys. Lett. 87, 241104-1 (2005)
2. J. A. Gupta et al. Electron. Lett. 45, 835 (2009)
3. L. Shterengas et al. Electron Lett. 45, 942 (2009)