

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Соболева Максима Сергеевича на тему: «Гетероэпитаксия упругонапряженных, упругокомпенсированных и метаморфных слоев твердых растворов  $A^3B^5$  и  $A^3B^5-N$ », представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

В диссертационной работе Соболева М.С., судя по автореферату и материалам диссертации, приведенным сайте [www.ias.rssi.ru](http://www.ias.rssi.ru), представлены результаты разработки технологий получения гетероэпитаксиальных структур в виде слоев твердых растворов  $A^3B^5$  на подложках GaAs, GaP и Si, а также, что представляет особый интерес, слоев тех же твердых растворов с участием нитридов -  $A^3B^5-N$ . Кроме этого, в диссертации представлены данные исследований структурных особенностей механически напряженных слоев в наногетероструктурах на основе твердых растворов  $A^3B^5$  и  $A^3B^5-N$  с метаморфными буферными слоями, обеспечивающими согласование параметров кристаллической решетки в структуре и технологический контроль и управление процессами формирования дислокаций главным образом в переходном слое. В диссертации приведены результаты исследования электрофизических и оптических (в основном – фотоэлектрических) характеристик представляемых наногетероструктур. При этом были применены различные современные методы и средства исследований, включая, электронную микроскопию, оптико-спектральные методы и средства исследования фотоэлектрических и светоизлучающих свойств структур и др. Практическими результатами работы явилось создание образцов эффективных компонентов микроэлектроники и оптоэлектроники таких, как

- транзисторы миллиметрового диапазона на подложке GaAs со специальным метаморфным буферным слоем с высокой подвижностью свободных носителей заряда;

- светоизлучающие гетероструктуры в видимом диапазоне спектра;

- фотоэлектрические преобразователи и солнечные элементы.

Все представленные в диссертации технологические исследования и разработки выполнены на высоком (современном) научном уровне и имеют приоритетный характер. Выносимые на защиту научные положения и результаты убедительно обоснованы и аргументированно подтверждены данными экспериментов и практически значимыми образцами элементов микроэлектроники и оптоэлектроники.

В качестве замечаний можно привести:

- неточна формулировка «цифровой» эпитаксии получены транзисторы» конечно получены гетероструктуры на которых удалось сформировать транзисторы,

- не очень грамотная формулировка «трехпереходные солнечный элемент»,

- используются термины «упругонапряженный» при формулировке научной значимости и «механически напряженный» в тексте реферата, в научной работе следует придерживаться единой терминологии.

Но это замечания скорее редакторские, а в целом диссертация Соболева М.С. представляется законченным исследованием, имеющим существенную научную и практическую значимость. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

С.н.с. МИЭТ, к.т.н.

Земляков В.Е.

Адрес: 124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, д. 1

e-mail: vzml@rambler.ru

Подпись Землякова В.Е. удостоверяю

Нач. отдела кадров МИЭТ



Заболотный С.В.