

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
Медведева Олега Сергеевича «Дислокационная люминесценция в нитриде галлия»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по  
специальности 01.04.10 – «Физика полупроводников»

**Актуальность.** Структуры на основе нитридов в настоящее время являются основой многих промышленно выпускаемых светоизлучающих приборов. Однако пленки нитридов, выращенные, как правило, на подложках сапфира, характеризуются очень высокой плотностью дислокаций в связи с различием постоянных решетки подложки и пленок нитридов и сильно различающихся коэффициентов термического расширения. Кроме того, излучательные свойства этих структур могут меняться в результате длительного использования и под воздействием внешних факторов, таких как температура, механические воздействия, электрический ток. Важнейшую роль в этих процессах могут играть различного рода дислокации. Проводимые ранее исследования показали, что дислокации в нитриде галлия в основном являются центрами безызлучательной рекомбинации. Тем не менее, известно, что в других полупроводниках, например в кремнии, дислокации могут являться центрами люминесценции. Однако для нитрида галлия экспериментальных данных, свидетельствовавших о собственно дислокационной люминесценции, получено не было.

В связи с этим тема диссертационной работы, посвящённой исследованию дислокационной люминесценции нитрида галлия, является актуальной.

### **Достоверность полученных результатов.**

Достоверность полученных результатов обоснована тем, что полученные теоретические и экспериментальные результаты и выводы соответствуют современным представлениям физики твердого тела. Для интерпретации результатов привлекались ранее хорошо обоснованные теоретические положения. Эксперименты проводились на новейшем оборудовании. Достоверность полученных результатов подтверждается также тем, что они были опубликованы в пяти рецензируемых журналах и обсуждены на 9 Всероссийских и Международных конференциях.

### **Научная новизна работы**

В результате проведенной работы были получены следующие новые научные результаты:

- Впервые установлено, что а-винтовые дислокации, введенные локальной пластической деформацией, являются причиной интенсивной люминесценцией,

исследована зависимость дислокационной люминесценции от температуры, механических напряжений, облучения электронным пучком.

- Показано, что места пересечения винтовых дислокаций могут являться причиной люминесценции с энергией излучения, отличающейся от люминесценции одиночных а-винтовых дислокаций.

- Предложена новая модель, объясняющая природу люминесценции, связанной с а-винтовыми дислокациями.

#### **Практическая значимость работы.**

В работе было показано, что люминесценция, связанная с а-винтовыми дислокациями в нитриде галлия имеет более высокую интенсивность при высоких температурах по сравнению с зонно-зонным переходом, а также высокую устойчивость к высокотемпературному отжигу. В связи с этим дислокационная люминесценция может быть использована при создании светоизлучающих приборов.

При прочтении диссертации у оппонента возникло несколько вопросов и замечаний.

1. При описании экспериментальной установки говорится, что время экспозиции в точке составляет 1-2 секунды. О какой точке идет речь?
2. В работе приводятся оценки размера области генерации электронно-дырочных пар в зависимости от энергии электронов. При оценке глубины залегания дефектов более корректно рассматривать не максимальную глубину проникновения электронного пучка в образец, а область, в которой теряется основная доля энергии электронов первичного электронного пучка.
3. В работе утверждается, что полоса IRL, состоит из двух неразрешенных полос. Однако не приводится никаких доказательств этого.
4. Не понятно, почему форма полос DRL хорошо описываются функциями Лоренца, а полоса IRL – функцией Гаусса.

Отмеченные вопросы и замечания не снижают общего очень хорошего впечатления от работы.

Текст автореферата достаточно полно отражает содержание диссертации.

Изучение материалов кандидатской диссертации Медведева О.С. показало, что диссертационная работа является законченным и оригинальным исследованием. Результаты работы могут иметь теоретическую и практическую ценность. Представленная к защите диссертация полностью отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Медведев Олег Сергеевич, заслуживает

присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – «Физика полупроводников».

21 мая 2018

Заведующий лабораторией «Диффузия и дефектообразование в полупроводниках»  
ФТИ им. Иоффе РАН

Доктор физ.-мат. наук



Заморянская Мария Владимировна

Почтовый адрес: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 26, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Тел. (812) 297-2245, e-mail: zam@mail.ioffe.ru

Подпись Заморянской М. В. **ЗАВЕРЯЮ**

Учёный секретарь ФТИ им. Иоффе



А. П. Шергин