

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Бушуйкина Павла Александровича** «Оптические и фотоэлектрические свойства нитрида индия», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.2 — Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств.

Диссертационная работа Бушуйкина П.А. посвящена исследованиям свойств нитрида индия – пожалуй, самому сложному и необычному материалу из нитридных соединений третьей группы. Несмотря на интенсивные исследования InN после «открытия» его узкозонной природы в начале 2000-х годов, осталось еще множество нерешенных задач. Это относится не только к решению технологических проблем получения структурно совершенных слоев InN и гетероструктур, но и к исследованиям их оптических и фотоэлектрических свойств, которые обеспечивают уникальную возможность развития различных приборов инфракрасной фотоники на основе данного материала. Поэтому тема рецензируемой диссертации, в которой комплексно рассматриваются все эти проблемы, в высшей степени актуальна.

Бушуйкиным П.А. демонстрируется целый ряд интересных результатов, в том числе и с существенной новизной. Это касается исследований концентрационных и температурных зависимостей ширины запрещенной зоны слоев InN и характеристик стимулированного излучения из них с различной степенью вырождения в широком температурном диапазоне. Интересны результаты по наблюдению с помощью измерений спектров фотолюминесценции акцепторных уровней в слоях InN, выращенных в специфических (металл-обогащенных) условиях молекулярно-пучковой эпитаксии. Особо следует отметить подробные и оригинальные исследования временных характеристик фотоотклика слоев InN, которые демонстрируют различный знак в зависимости от концентрации электронов в слоях. Результаты, изложенные в тексте диссертации, свидетельствуют о всестороннем владении автором различными экспериментальными методиками, а также о его глубоком понимании широкого круга вопросов материаловедения и оптики полупроводников. Это, вместе с детальным знанием литературы, полностью обеспечило достоверность полученных результатов.

Автореферат написан хорошим литературным языком и, несмотря на небольшой объем, полностью раскрывает содержание работ. Все полученные результаты будут интересны широкому кругу специалистов и наверняка получат дальнейшее развитие в ходе будущих исследований в различных российских и зарубежных лабораториях. Несомненным достоинством работы являются сжатые сроки ее выполнения в течение трех лет (судя по публикациям автора) при большом объеме выполненных исследований.

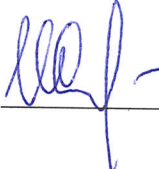
Вместе с тем необходимо сделать несколько замечаний:

1. В тексте автореферата, наряду с использованием общеизвестного параметра «ширина запрещенной зоны», несколько раз используется введенный автором параметр «эффективная ширина запрещенной зоны». Какой смысл имеет это нововведение?
2. На странице 6 т.н. «эффективная» ширина запрещенной зоны на основании измерений спектров фотопроводимости записывается в виде $E_g(n)$, что свидетельствует о ее изменении в диапазоне 0.6-0.65 эВ в зависимости лишь от концентрации электронов. Однако на странице 11 приводятся данные, полученные также на основании спектров фотопроводимости, которые свидетельствуют и о температурной зависимости ширины запрещенной зоны для невырожденного InN в диапазоне 0.62-0.67эВ. Однако, в первом положении работы, формулирующем результаты исследований этого параметра, приводится единственное значение ширины запрещенной зоны 0.61эВ для «прямозонного вырожденного полупроводника при концентрации носителей заряда порядка 10^{17}см^{-3} ». На мой взгляд, ошибочно называть вырожденным материал с данной концентрацией носителей заряда и, кроме того, зависимости ширины запрещенной зоны InN от концентрации электронов и температуры измерений, должны быть изложены в данном положении более подробно и тщательно.
3. И, наконец, во втором и третьем положениях диссертации практически не отражены зависимости знака фотоотклика и пороговой мощности стимулированного излучения от степени вырождения слоев InN, которые достаточно подробно анализируются в тексте работы.

Указанные замечания, разумеется, не являются критическими, касаются в основном формулировок положений диссертационной работы, и не влияют на ценность изложенного материала.

Диссертация Бушуйкина Павла Александровича является законченной научно-исследовательской работой, полностью удовлетворяющей требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а её автор, П.А.Бушуйкин заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.2 — Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств.


Главный научный сотрудник ФТИ им.А.Ф.Иоффе,
д-р физ.-мат. наук


В.Н.Жмерик

07 сентября 2022 г.

Подпись В.Н.Жмерика заверяю
Ученый секретарь ФТИ им.А.Ф.Иоффе
к.физ.-мат.наук




М.И. Патров

Политехническая ул., 26, Санкт-Петербург 194021,
тел. (911)-212-27-95
E-mail: jmerik@pls.ioffe.ru