

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Прокофьева Владимира Александровича на тему: «Люминесценция многослойных диэлектрических структур на поверхности кремния» представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11. Физика полупроводников.

Актуальность и практическая значимость диссертационной работы состоит в анализе достоверности получаемой информации при использовании люминесцентных методов при исследовании процессов модификации диэлектрического слоя в области возникновения люминесценции в многослойных структурах. Кроме того, в последние годы возникает интерес к расширению круга нового типа диэлектриков комплементарных к поверхности кремния. В этом смысле пентоксид тантала особенно интересен ввиду того, что он выдерживает большое количество циклов переключений, а также это диэлектрик с высоким значением статической диэлектрической проницаемостью.

*К основным и значимым результатам исследований следует отнести:*

1. Сравнительный экспериментальный анализ трех типов люминесценций, позволивший получить новые знания об электронных свойствах многослойных интерфейсов на основе кремния.
2. Экспериментально определенные значения ширины запрещенной зоны и статической диэлектрической проницаемости  $Ta_2O_5$ .
3. Модель строения слоев пентоксида тантала, сформированных на поверхности кремния (диоксида кремния) методом молекулярного наслаивания, которая позволяет объяснить спектральный состав люминесценции при любом способе ее возбуждения.

*Вопросы и замечания к работе:*

1. При описании методики измерения вольт-фарадных характеристик в системе полупроводник-диэлектрик-электролит нигде указан тип электролита, его концентрация и pH – раствора. Так же не указан тип электрода, относительно которого проводились измерения потенциала ( нормальный водородный, хлор-серебряный и т. д.).
2. На странице 65 указана величина барьера Si-SiO<sub>2</sub> равная 4,2 эВ. Откуда взята эта цифра? Либо она измерена Вами, либо необходимо дать ссылку!
3. Аналогичный вопрос и замечание возникает к странице 78. Здесь приведена величина барьера - 1,33 эВ для системы пентоксид тантала – электролит. Откуда взята эта цифра?
4. Контролировалась ли в измерениях плотность быстрых поверхностных состояний ( их величина и энергетика)? Следует дать оценки в цифрах.
5. Что означает – “ инжекция электронов из электролита по механизму Фаулера – Норгейма” . Такой вывод может быть оправдан если, измеряемые вольт-амперный характеристики спрямляются в координатах Фаулера –Норгейма.

Высказанные замечания, тем не менее, не умаляют достоинства представленной диссертации. В целом материалы диссертации изложены логично и аккуратно.

Практически полностью отсутствует жаргон, что существенно облегчает чтение работы в целом.

Диссертация Прокофьева Владимира Александровича на тему: «Люминесценция многослойных диэлектрических структур на поверхности кремния» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Прокофьев Владимир Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидат физико-математических наук по специальности 1.3.11. Физика полупроводников. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета

Ученая степень, ученое звание, должность

Доктор физико-математических наук, профессор, профессор

подпись

Яфясов Адиль Абдул Меликович

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned on a light-colored background.

Дата 25.10.2021