

Отзыв

на автореферат кандидатской диссертации Илларионова Ю.Ю. (руководитель Векслер М.И.) «Туннельный транспорт носителей и связанные с ним физические явления в структурах золото – фторид кальция – кремний (111)» (01.04.10)

Как следует из автореферата, содержание диссертации составляет анализ токопереноса через нанометровые эпитаксиальные слои фторида кальция в МДП-структурах $\text{Au}/\text{CaF}_2/\text{n-(p)-Si}(111)$ и сопутствующих явлений. Тематика актуальна и находится в русле всегда целесообразного поиска новых диэлектрических материалов для полупроводниковых приборов.

Я лично знаком и с автором, и с его научным руководителем. Хотя в рамках этой работы мы не сотрудничали, образцы изготавливались в нашей группе при непосредственном участии диссертанта методом молекулярно лучевой эпитаксии, и мне часто доводилось наблюдать начальный этап работы. Реферат, следовательно, я прочел с некоторым предварительным знанием предмета.

Основной результат (важный и в научном плане, и для дальнейшей деятельности нашей группы в ФТИ) видится в том, что данным исследованием «по многим пунктам» подтверждена возможность получения кристаллических слоев 1-3 нм CaF_2 на кремниевых подложках ориентации (111) приборного качества. Продемонстрировано, что ВАХ образцов с различными толщинами слоев фторида в темноте и при освещении соответствуют моделям МДП-структур количественно в широком диапазоне прикладываемых напряжений. Доказано, что в изготовленных МДП-структурах $\text{Au}/\text{CaF}_2/\text{Si}(111)$ преобладает бездиссипативный транспорт электронов, что также проявляется в деталях эффекта инжекционной электролюминесценции таких структур.

Попытки роста ультратонких слоев фторида кальция в нашей группе начались еще в середине 1990-х гг, и чуть позднее совместно с лабораторией Грехова И.В. мы пытались провести подобную работу по изучению их электрических характеристик. Однако, итог оказался неудачным (неприемлемые токи утечки). На данном же этапе можно с удовлетворением отметить радикальный прогресс диэлектрических параметров слоев, достигнутый за счет улучшения их кристаллического качества и планарной однородности. Поэтому и ВАХ теперь оказались вполне удовлетворительными (отмечу Рис. 4 реферата).

Автор внес достаточно весомый персональный вклад в работу, чему я был свидетелем непосредственно в лаборатории. Его целеустремленность и кропотливая работа на атомно-силовом микроскопе при измерениях топологии поверхностей и ВАХ слоев фторидов в значительной мере определили достигнутый в нашей группе технологический прогресс в росте сверхтонких слоев CaF_2 с высокой диэлектрической стойкостью. В квалификации соискателя также сомневаться не приходится: и при проведении измерений, и в теоретических расчетах потребовалось решить немало задач высокого научного уровня. Формальные показатели весьма достойные: в автореферате наличествует более десяти публикаций в журналах из списка ВАК.

При чтении автореферата появились следующие замечания:

1. На стр. 7 указано значение $\epsilon_1 = 8,43$. Поскольку оптическая плотность CaF_2 $n=1,43$ и, соответственно, $\epsilon = \sim 2$, следовало бы отметить, что здесь имеется в виду статическая диэлектрическая проницаемость.
2. Одним из доказательств бездиссипативного туннелирования электронов через слой CaF_2 является соответствие оценочных значений пороговых напряжений

экспериментально наблюдаемым особенностям в зависимостях интенсивностей электролюминесценции (Рис.6) , соответствующих внутризонным прямым и непрямым оптическим переходам. Приведенные зависимости демонстрируют лишь особенности, соответствующие непрямым оптическим переходам с участием фононов (левая часть рисунка) и расположенным рядом непрямым и прямым оптическим переходам на правой части рис.6. Учитывая многочисленность подзон зоны проводимости кремния целесообразно отмечать наиболее вероятные оптические переходы между ними, обосновывая этим выбор оптического диапазона, выделенного из полосы электролюминесценции в этих экспериментах.

Несмотря на сделанные замечания, считаю, что диссертация Илларионова Юрия Юрьевича выполнена на хорошем научном уровне и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор заслуживает присвоения искомой степени по специальности 01.04.10.

Гастев Сергей Викторович, с.н.с. лаборатории спектроскопии твердого тела, к. ф-м.н.
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук.
194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26.
Телефон: (812) 297-64-11, E-mail "Gastev@fl.ioffe.ru"

19.12.2014



(Гастев С.В.)

