

Отзыв

на автореферат диссертации Черных Игоря Анатольевича «**Многослойные эпитаксиальные структуры сверхпроводник-интерслои для увеличения токонесущей способности сверхпроводящих лент второго поколения**» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа Черных Игоря Анатольевича «Многослойные эпитаксиальные структуры сверхпроводник-интерслои для увеличения токонесущей способности сверхпроводящих лент второго поколения» посвящена выявлению факторов, приводящих к уменьшению плотности критического тока, j_c , в эпитаксиальных пленках $YBa_2Cu_3O_x$ с увеличением их толщины и поиску возможностей увеличения величины j_c в лентах второго поколения, получаемых с использованием метода импульсного лазерного осаждения. Актуальность работы обусловлена высоким интересом, который ВТСП ленты второго поколения представляют для электротехники, электроэнергетики, медицины, физики высоких энергий.

В работе исследовано влияние условий роста на текстурные и морфологические свойства пленок, показано, что использование восстанавливающей атмосферы позволяет расширить температурный диапазон доступный для напыления пленок. В диссертации рассмотрены различные модели изменения плотности тока с толщиной пленки и получены экспериментальные данные, хорошо согласующиеся с моделью $2D$ слабого коллективного пиннинга. Автором были получены многослойные эпитаксиальные структуры сверхпроводник-интерслои, и продемонстрировано увеличение критического тока по сравнению с однослойными пленками.

В диссертации получены следующие основные научные результаты:

1. Изучены особенности наследования текстуры подложки буферными слоями, прослежена передача текстуры в буферных слоях. Наследование текстуры подложки является самым сложным этапом в формировании буферных слоев для пленки сверхпроводника. Автором найдены условия эпитаксиального роста зародышевых слоев оксида иттрия на металлической подложке Ni-W.
2. Всесторонне исследованы пленки YBCO различной толщины, выявлены причины деградации критической плотности тока, что позволило достичь высокого значения токонесущей способности в пленках ВТСП, а

также определить оптимальные толщины отдельных слоев для реализации многослойных структур.

3. За счет формирования интерслоев простых кубических оксидов в пленках сверхпроводника решена проблема деградации критической плотности тока. Решение данной проблемы является основным результатом работы автора, который был достигнут благодаря комплексному подходу, всестороннему анализу наблюдаемых явлений, применению ряда современных аналитических методик. Многослойные эпитаксиальные структуры сверхпроводник-интерслой хотя и несколько усложняют процесс формирования пленок сверхпроводника, однако позволяют в два раза уменьшить толщину ВТСП пленки, требуемую для достижения необходимой токонесущей способности. Достигнутое значение токонесущей способности ВТСП пленок на текстурированных подложках более 200 А/см является результатом мирового уровня и свидетельствует об успешной реализации предложенных в работе подходов.

Работа, несомненно, обладает высокой практической значимостью. Все выявленные закономерности и результаты могут быть использованы при формировании длинномерных ВТСП лент второго поколения. Достоверность работы подтверждается корректной постановкой задач и применением ряда взаимодополняющих аналитических методов. Основные результаты отражены в публикациях автора. Автореферат написан понятным научным языком, иллюстрационный материал представлен достаточно полно.

К недостаткам работы общего плана можно отнести следующее: Автором показано значительное увеличение токонесущей способности в многослойных структурах сверхпроводник-интерслой. Однако, измерения проведены в собственном магнитном поле тока. Желательно было бы дополнить измерения исследованиями во внешнем магнитном поле. Данные измерения могли бы выявить различные механизмы пиннинга вихрей в таких структурах, в частности, роль поверхностного пиннинга в многослойных структурах.

Из недостатков частного характера можно отметить следующие:

1. В описании раздела 3.1 отсутствуют снимки и профили поверхности исходной подложки, что не дает возможность сравнить полученный результат с исходной подложкой.
2. Вывод о разрушении всей буферной структуры из-за окисления подложки через трещины слоя CeO_2 в разделе 3.1 не представляется достоверно обоснованным.

3. К сожалению, автором не были получены многослойные образцы с толщинами более чем 4×250 нм, и не оценен порог увеличения критического тока в зависимости от толщины и числа слоев.

Тем не менее, указанные недостатки не снижают ценности полученных результатов, высокой оценки работы, а являются, скорее, пожеланием к дальнейшему развитию новой тематики.

Считаю, что работа Черных И.А. «Многослойные эпитаксиальные структуры сверхпроводник-интерслои для увеличения токонесущей способности сверхпроводящих лент второго поколения» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а Черных И.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07. – «Физика конденсированного состояния».

Заведующий
кафедрой полупроводников
и лабораторией «Криоэлектроника»
физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
д.ф.м.н., профессор

О.В. Снигирев

Подпись О.В. Снигирева заверяю
Ученый секретарь Ученого совета
физического факультета МГУ
профессор



В.А. Караваев

Адрес:

119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2, физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра полупроводников,

e-mail: oleg.snigirev@phys.msu.ru

тел: (495) 939-16-82.