

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

Диссертационная работа И.А. Черныха посвящена детальному изучению факторов, определяющих значение плотности критического тока в эпитаксиальных пленках $YBa_2Cu_3O_x$ (YBCO), а также увеличению токонесущей способности пленок сверхпроводника, получаемых с помощью импульсного лазерного осаждения. Поскольку ленты подобного типа являются одним из основных кандидатных материалов для технического применения сверхпроводниковых технологий, в частности, для создания силовых кабелей, практическая важность проведенного автором исследования представляется несомненной.

В работе получен ряд интересных и важных результатов. Изучена связь между микроструктурой подложки и характеристиками текстуры затравочного слоя Y_2O_3 . Проведено детальное исследование микроструктуры затравочного слоя в широком температурном диапазоне и определена оптимальная температура осаждения затравочного слоя Y_2O_3 . Установлено, что концентрация кислорода в пленке YBCO определяется, главным образом, давлением кислорода в процессе осаждения, и не зависит от кислородного индекса мишени в широком диапазоне значений кислородного индекса.

К несомненному достоинству работы необходимо отнести проведенное *комплексное* исследование микроструктуры осажденных пленок и подложек. Поскольку такие факторы, как тип и совершенство кристаллической текстуры, качество интерфейса между слоями, особенности поверхности подложки перед осаждением пленки, наличие структурных дефектов и зерен с «неправильной» ориентацией и пр. оказывают определяющее влияние на максимальную величину плотности критического тока, для всесторонней характеристики пленок автором применен ряд современных структурных методов: просвечивающая и растровая электронная микроскопия, рентгеновская дифрактометрия, дифракция обратно рассеянных электронов, зондовая микроскопия. Использование большого числа аналитических взаимодополняющих методов не только позволило получить достоверные результаты, но и, в конечном счете, предложить способ получения пленок с максимальными рабочими характеристиками.

Замечания по тексту автореферата:

1. На стр.9 отмечается, что шероховатость (RMS) *отдельных* зерен после отжига

при 760 °С увеличивается с 2 до 9 нм. По-видимому, речь идет об увеличении шероховатости практически всех, а не отдельных, зерен (всей подложки в целом).

2. В тексте после формулы (2) на стр. 18 опечатка: с учетом используемых автором обозначений зависимость критической плотности тока j_k от толщины пленки t имеет

вид $j_k \sim \frac{1}{\sqrt{t}}$, поэтому плотность критического тока больше (при прочих равных) для пленок меньшей толщины.

3. Сопоставление полученных автором экспериментальных данных с теоретическими моделями позволило сделать заключение о том, что одним из основных фактором, влияющим на величину критического тока, является среднее расстояние между точечными дефектами. К сожалению, в работе не обсуждаются способы и технологические приемы, позволяющие контролируемым образом влиять на плотность дефектов подобного типа в материале, а также на увеличение силы пиннинга дефекта. Данное замечание носит рекомендательный характер.

Несмотря на сделанные замечания, полагаю, что работа выполнена на высоком научном уровне, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а автор работы, Черных Игорь Анатольевич, заслуживает присуждения соответствующей ученой степени.

Кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
лаборатории радиационных технологий
НИЦ «Курчатовский институт»

А.Г. Домантовский

22 января 2016 г.

Подпись А.Г. Домантовского заверяю

Директор Центра
ИИ
СЦ

Адрес:

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

123182, г. Москва, пл. ак. Курчатова, 1

Тел. +7(499)196-92-15

e-mail: doman-alex@yandex.ru