

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Орехова Андрея Сергеевича

«Структура пленок высшего силицида марганца по данным электронной микроскопии»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.04.18 – «Кристаллография, физика кристаллов»

Соединение $MnSi_{1.75}$ — высший силицид марганца (ВСМ) является одним из перспективных материалов для термоэлектрических генераторов и неселективных приемников излучения. Интерес к этому материалу связан с возможностью его практического применения благодаря сравнительно высокой термоэлектрической эффективности, стабильности при высоких температурах, значительной анизотропии свойств. Последнее делает возможным использование ВСМ для создания пленочных анизотропных приемников излучения и термоэлектрических микрогенераторов. В то же время высший силицид марганца обладает сложной кристаллической структурой, которая сильно зависит от условий синтеза материала. В сочетании с сильной анизотропией термоэлектрических свойств это приводит к существенной зависимости термоэлектрической эффективности соединения от условий его синтеза и способа легирования. Поэтому, тема диссертации А.С. Орехова, направленная на изучение структуры пленок высшего силицида марганца, полученных в разных условиях, является весьма актуальной.

В работе А.С. Орехова методами современной аналитической электронной микроскопии выполнено детальное исследование механизма роста, структуры, фазового состава, структуры межфазных границ пленок высшего силицида марганца полученных методом реактивной диффузии марганца в кремниевую подложку, а также объемных кристаллов ВСМ. В результате был получен ряд важных фундаментальных результатов, имеющих большое научное и практическое значение. Отмечу несколько, на мой взгляд, наиболее интересных из них. В работе показано, что механизм формирования пленок существенно зависит от условий роста: при синтезе в стационарных условиях, в запаянной ампуле, происходит формирование непрерывной однофазной пленки ВСМ. В квазистационарных условиях, при непрерывной откачке ампулы в процессе роста формируется островковая пленка с нановключениями моносилицида марганца в матрице ВСМ островков. Очень важными являются результаты по изучению структура границы ВСМ-Si подложка, ВСМ — моносилицид марганца. Значение этих результатов для термоэлектрического материаловедения определяется широким применением наноструктурирования для повышения эффективности материалов, в частности, созданием композитов с нановключениями других соединений или фаз в матрице основного материала. Структура границ между матрицей и нановключением существенно влияет на электронный и фононный транспорт в таких композитах и, в конечном счете, определяет их термоэлектрическую эффективность. И наконец чрезвычайно интересны и полезны результаты исследования структуры и состава выделений силицида марганца в объемных кристаллах ВСМ в зависимости от вида и уровня легирования. Эти результаты имеют также важное практическое значение, поскольку выделения сильно влияют на эффективность термоэлектрических материалов на основе ВСМ.

Автор продемонстрировал, что он прекрасно владеет современными экспериментальными методами электронной микроскопии и теоретического анализа экспериментальных данных.

По содержанию автореферата у меня имеются два замечания:

1. Положения, выносимые на защиту, сформулированы очень неконкретно.

2. В автореферате приводится оценка термоэдс пленки ВСМ и ее сравнение с термоэдс массивного кристалла. Однако, пленка ВСМ, полученная методом диффузии марганца в массивную кремниевую подложку, находится в электрическом контакте с этой подложкой, поэтому при измерениях термоэдс измеряется свойство не пленки, а структуры пленка-подложка. Свойства такой структуры конечно могут сильно отличаться от свойств ВСМ.

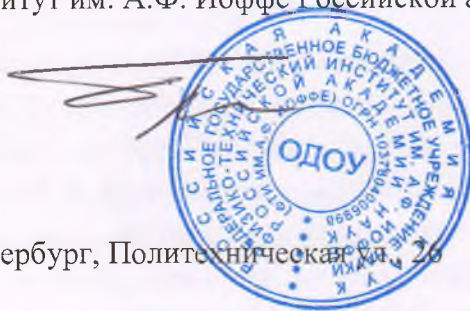
Эти замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки работы.

Автореферат и публикации автора показывают, что диссертация является законченным исследованием, выполненным на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы обоснованы. Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а Орехов Андрей Сергеевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.18 – «Кристаллография, физика кристаллов».

Даю согласие на обработку персональных данных.

Зав. лабораторией физики термоэлементов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук,

Доктор физ.-мат. Наук,



Бурков Александр Трофимович
5.09.2017

Адрес: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26
Телефон: (812) 515-91-73
e-mail: A.Burkov@mail.ioffe.ru



Буркова А.Т.
Подпись _____ удостоверяю

Зав. отделом кадров ФТИ им. А.Ф. Иоффе

Ганнибац В.Ю.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Орехова Андрея Сергеевича
«Структура пленок высшего силицида марганца по данным электронной микроскопии»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.04.18 – «Кристаллография, физика кристаллов»

Соединение $MnSi_{1.75}$ — высший силицид марганца (ВСМ) является одним из перспективных материалов для термоэлектрических генераторов и неселективных приемников излучения. Интерес к этому материалу связан с возможностью его практического применения благодаря сравнительно высокой термоэлектрической эффективности, стабильности при высоких температурах, значительной анизотропии свойств. Последнее делает возможным использование ВСМ для создания пленочных анизотропных приемников излучения и термоэлектрических микрогенераторов. В то же время высший силицид марганца обладает сложной кристаллической структурой, которая сильно зависит от условий синтеза материала. В сочетании с сильной анизотропией термоэлектрических свойств это приводит к существенной зависимости термоэлектрической эффективности соединения от условий его синтеза и способа легирования. Поэтому, тема диссертации А.С. Орехова, направленная на изучение структуры пленок высшего силицида марганца, полученных в разных условиях, является весьма актуальной.

В работе А.С. Орехова методами современной аналитической электронной микроскопии выполнено детальное исследование механизма роста, структуры, фазового состава, структуры межфазных границ пленок высшего силицида марганца полученных методом реактивной диффузии марганца в кремниевую подложку, а также объемных кристаллов ВСМ. В результате был получен ряд важных фундаментальных результатов, имеющих большое научное и практическое значение. Отмечу несколько, на мой взгляд, наиболее интересных из них. В работе показано, что механизм формирования пленок существенно зависит от условий роста: при синтезе в стационарных условиях, в запаянной ампуле, происходит формирование непрерывной однофазной пленки ВСМ. В квазистационарных условиях, при непрерывной откачке ампулы в процессе роста формируется островковая пленка с нановключениями моносилицида марганца в матрице ВСМ островков. Очень важными являются результаты по изучению структура границы ВСМ-Si подложка, ВСМ — моносилицид марганца. Значение этих результатов для термоэлектрического материаловедения определяется широким применением наноструктурирования для повышения эффективности материалов, в частности, созданием композитов с нановключениями других соединений или фаз в матрице основного материала. Структура границ между матрицей и нановключением существенно влияет на электронный и фононный транспорт в таких композитах и, в конечном счете, определяет их термоэлектрическую эффективность. И наконец чрезвычайно интересны и полезны результаты исследования структуры и состава выделений силицида марганца в объемных кристаллах ВСМ в зависимости от вида и уровня легирования. Эти результаты имеют также важное практическое значение, поскольку выделения сильно влияют на эффективность термоэлектрических материалов на основе ВСМ.

Автор продемонстрировал, что он прекрасно владеет современными экспериментальными методами электронной микроскопии и теоретического анализа экспериментальных данных.

По содержанию автореферата у меня имеются два замечания:

1. Положения, выносимые на защиту, сформулированы очень неконкретно.

2. В автореферате приводится оценка термоэдс пленки ВСМ и ее сравнение с термоэдс массивного кристалла. Однако, пленка ВСМ, полученная методом диффузии марганца в массивную кремниевую подложку, находится в электрическом контакте с этой подложкой, поэтому при измерениях термоэдс измеряется свойство не пленки, а структуры пленка-подложка. Свойства такой структуры конечно могут сильно отличаться от свойств ВСМ.

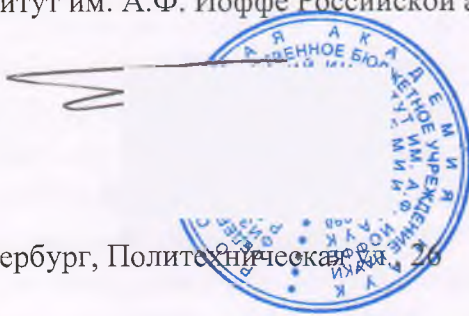
Эти замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки работы.

Автореферат и публикации автора показывают, что диссертация является законченным исследованием, выполненным на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы обоснованы. Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а Орехов Андрей Сергеевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.18 – «Кристаллография, физика кристаллов».

Даю согласие на обработку персональных данных.

Зав. лабораторией физики термоэлементов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук,

Доктор физ.-мат. Наук,



Бурков Александр Трофимович
5.09.2017

Адрес: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26
Телефон: (812) 515-91-73
e-mail: A.Burkov@mail.ioffe.ru



Лева А.Т.
удостоверяю
зв ФТИ им.А.Ф.Иоффе
Ганнибац В.Ю.