

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Барановой Ларисы Васильевны на тему:  
**«Состав, структура и оптические свойства пленок кремния, полученных методом струйного плазмохимического осаждения»**  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

**Актуальность работы.** Перспективы истощения природных ископаемых источников энергоресурсов приводит к необходимости разработки возобновляемых источников, например, солнечной энергетики. В настоящее время развитие солнечной энергетики ограничиваются низкой эффективностью и высокой стоимостью фотоэлектрических преобразователей энергетического назначения. Поэтому исследования, связанные с разработкой технологии формирования полупроводниковых структур для солнечной энергетики, являются актуальными.

**Цель работы** является повышение эффективности технологических процессов осаждения тонкопленочных покрытий аморфного кремния на основе струйного плазмохимического метода.

### Научная новизна исследований

1. Впервые определены оптимальные параметры плазмохимической системы на основе ВЧЕ-разряда в смеси  $\text{SiH}_4+\text{Ar}$ , предназначенной для формирования пленки аморфного кремния с требуемой шириной запрещенной зоны.
2. Разработан метод осаждения пленок аморфного кремния из низкотемпературной плазмы ВЧЕ-разряда в смеси  $\text{SiH}_4+\text{Ar}$ .
3. Проанализированы плазменные процессы, оказывающие основное влияние на технические параметры пленок аморфного кремния, а также физико-химические процессы на поверхности растущей пленки.

В первой главе рассмотрены основные способы осаждения тонких пленок аморфного кремния и сопоставляются достоинства и недостатки указанных методов. Вторая глава посвящена анализу существующих моделей роста и процессам формирования пленок аморфного кремния. Третья глава посвящена описанию предлагаемого метода осаждения пленок аморфного кремния. В четвертой главе проведены результаты экспериментальных исследований. Приведены результаты исследований формируемых пленок методами ИК-Фурье- и Рамановской спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, рентноструктурного анализа. Определен фазовый состав и морфология пленок аморфного кремния, нанесенных на стеклянные и титановые подложки.

**Теоретическая значимость** результатов исследований связана с анализом плазменных процессов в аргон-силановой смеси и на поверхности растущей пленки. Аналогичные процессы протекают при вакуумном плазменном формировании пленок различного функционального назначения.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что исследованы плазменные процессы и разработан метод напыления пленок аморфного кремния. Формируемые по этому методу пленки могут **быть использованы для**



получения фотоэлектрических преобразователей.

**Достоверность** научных результатов и выводов по диссертационной работе Барановой Л.В. обоснована использованием современных приборов и аттестованных методик обработки данных эксперимента, на согласии теоретических и экспериментальных результатов автора, а также на их непротиворечивости с результатами, приведенными в научной литературе.

Научные результаты работы можно рекомендовать для внедрения в учебный процесс на кафедре экспериментальной физики Омского государственного университета, на предприятиях по производству солнечных элементов, например, заводе «Nevel» г.Новочебоксарск.

К **недостаткам** оформления автореферата следует отнести следующее.

1. В автореферате не указано, что характеризует термин «качество пленки», который используется неоднократно.

2. На стр.10 (рис.4) приведен масс-спектр аргон-силановой смеси, в котором пик 28 Da подписан как соответствующий азоту. Это опечатка?

3. На стр.14 приведен спектр КР (рис.9) и ИК-поглощения (рис.10), на которых полоса 1250-1600  $\text{cm}^{-1}$  интерпретирована как обусловленная углероду. Из автореферата не ясно, это те же образцы пленок, полученные на проводящей пленке Ti (содержащей примеси TiC) или нет. Из автореферата не видно, как просвечивали пленку кремния через металлическую пленку.

4. На стр.15 (рис.11) приведен энерго-дисперсионный спектр пленки аморфного кремния, на котором регистрируются пики Ca, O, Na, Mg, Al. В автореферате не указывается источник этих элементов.

Указанные замечания не снижают высокой оценки результатов научных исследований. Судя по автореферату, исследования по теме диссертации выполнены на высоком научном уровне. Автореферат написан строгим научным языком, используется профессиональная терминология, содержит достаточное количество новых научных результатов по актуальной тематике повышения эффективности солнечных элементов.

Считаю, что по уровню и объему проведенных исследований, а также по значимости полученных научных результатов диссертация Барановой Ларисы Васильевны полностью отвечает требованиям Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней и соответствует паспорту выбранной специальности, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Профессор кафедры Техническая физика  
Томского политехнического университета  
д.ф.-м.н. Мышкин Вячеслав Федорович  
634050, г.Томск, пр.Ленина, 30  
8-3822-701-604, 8-952-892-1971  
E-mail: gos100@tpu.ru

Подпись рецензента Мышкина В.Ф. заверяю,  
ученый секретарь ТПУ  
06.02.2017



О.А.Ананьева