

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу
Алтунина Романа Руслановича «Фазообразование при твердофазных реакциях в тонких пленках на основе Al/Au и Fe/Si», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Диссертация Р.Р. Алтунина посвящена экспериментальному исследованию фазообразования в процессе твердофазных реакций в тонких пленках на основе Al/Au и Fe/Si методами *in situ* просвечивающей электронной микроскопии и дифракции электронов, а также установлению температур начала твердофазных реакций и последовательности образования фаз в процессе термического нагрева исследуемых пленочных образцов.

Актуальность исследования процессов твердофазных реакций в тонких пленках обусловлена, тем, что тонкие пленки являются основой современной электроники, при этом, вследствие твердофазных реакций может происходить изменение физических свойств тонкопленочных элементов. Так, например, в системе Al/Au твердофазная реакция начинается уже при комнатной температуре. Соединения Fe-Si обладают уникальными физическими свойствами, которые имеют потенциальное практическое применение в оптоэлектронных светоизлучающих устройствах, инфракрасных детекторах и устройствах преобразования солнечной энергии.

В результате выполнения диссертационного исследования получен ряд новых научных результатов:

- 1) Построена схематичная диаграмма, подробно демонстрирующая последовательность образования фаз в тонких пленках Al/Au в процессе твердофазной реакции, инициированной термическим нагревом.
- 2) Исследовано фазообразование при твердофазной реакции в тонких пленках Si/Fe/Si (Si в аморфном состоянии, Fe в поликристаллическом) в процессе термического нагрева в температурном диапазоне от 25°C до 900°C.

3) Исследована термическая стабильность и фазообразование при твердофазной реакции между эпитаксиальной пленкой $\text{Fe}_3\text{Si}(111)$ толщиной ≈ 20 нм и подложкой $\text{Si}(111)$. Установлено, что при термических отжигах системы $\text{Fe}_3\text{Si}(111)/\text{Si}(111)$ вплоть до 400°C не происходит изменений фазового состава. Твердофазная реакция начинается с образования фаз $\varepsilon\text{-FeSi}$ и $\beta\text{-FeSi}_2$ в процессе термического отжига при температуре 450°C .

Алтунин Р.Р. показал себя самостоятельным, инициативным исследователем. Тонкие двухслойные пленки Al/Au , исследованные в диссертационной работе, получены лично Р.Р. Алтуниным методом электронно-лучевого испарения в высоковакуумной установке MED-020 (Val-Tec). Также им проведен анализ данных по фазообразованию в процессе твердофазных реакций в тонких пленках на основе Al/Au и Fe/Si , полученных методами просвечивающей электронной микроскопии и дифракции электронов.

Материалы диссертации опубликованы в 14 работах, в том числе в 5 статьях в реферируемых журналах из списка ВАК, а также в материалах 9 российских и международных конференций.

Считаю, что диссертационная работа Р.Р. Алтунина полностью удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Роман Русланович Алтунин, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Научный руководитель
канд. физ.-мат. наук, доцент

С.М. Жарков

Подпись заверяю:

Ученый секретарь ИФ СО РАН,
канд. физ.-мат. наук



С.И. Попков