

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Е.Н. Ермаковой
«Плазмохимический синтез тонких слоев карбонитрида кремния из паров кремнийорганических соединений», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Применение пленок с низким коэффициентом диэлектрической проницаемости, служащие барьером для диффузии меди, являются перспективным в современной микроэлектронике. Пленки на основе карбонитрида кремния также могут использоваться в качестве просветляющих покрытий в оптических устройствах. Учитывая высокую твердость карбонитрида кремния, можно предложить нанесение указанных пленок на стекла и полимеры, которые испытывают эрозионное воздействие, например, стекла для самолетов, автомашин и т.д. Как видно из выше перечисленного, разнообразие областей применения карбонитридных пленок в планарных технологиях показывают несомненную практическую перспективность диссертационной работы Е.Н. Ермаковой.

Для исследования процесса осаждения пленок системы Si-C-N-H автор использовал известный метод химического газофазного осаждения с плазменной активацией паров кремнийорганических соединений, который обладает рядом преимуществ, таких как низкая температура и высокая скорость осаждения, хорошая адгезия к ряду материалов подложки. В диссертации Е.Н. Ермаковой проведен полный цикл физико-химического анализа процесса: синтез новых кремнийорганических реагентов, изучение их физико-химических свойств, проведение термодинамического анализа – теоретической базы процессов разложения, исследование макрокинетики процессов осаждения различных фаз, определение фазового и элементного состава пленок и изучение фундаментальных функциональных свойств



пленок, что составляет решение актуальной научной задачи в области физической химии процессов химического газофазного осаждения.

С технической точки зрения следует отметить разработку специальной PECVD установки, которая позволяет варьировать условия синтеза пленок в широком интервале. Эта мобильность необходима для изменения фазового состава свободных от водорода и гидронизированных карбидов, карбонитридов кремния, что позволяет управлять функциональными свойствами пленок применительно для той или иной области применения.

С научной точки зрения наиболее интересным является изучение кинетических характеристик процессов синтеза пленок карбонитрида кремния с фазовым составом. Оказалось, что при температурах подложки до 300 °C формируются пленки со строением, идентичным строению молекулы реагента, а при температурах выше 300 °C пленки содержат фрагменты связей C-Si-N без водорода.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнения, поскольку для их получения используются современные физико-химические методы анализа. Результаты диссертации опубликованы в трех статьях и доложены на 13 научных конференциях.

Несмотря на все вышеописанные достоинства работы можно сделать следующие замечания:

1. При исследовании кинетики синтеза карбонитридов не отражена стадийность разложения кремнийорганических прекурсоров.
2. В диссертации не изучен механизм кристаллизации карбонитридов кремния.
3. В автореферате не обсуждены пути снижения пористости карбонитридных пленок, что важно для использования их в микроэлектронике.

Отмеченные замечания являются скорее пожеланием для дальнейшей работы и существенно не снижают высокий научный уровень

диссертационной работы. Кандидатская диссертация Е.Н. Ермаковой отвечает всем требованиям ВАК, а ее автор достоин присвоения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Заведующий лабораторией
гетерогенного синтеза тугоплавких
соединений
Института физической химии и электрохимии
Им. А.Н. Фрумкина РАН,
доктор химических наук

Ю.В. Лахоткин

Подпись д.х.н. Ю.В.Лахоткина заверяю:

Ученый секретарь ИФХЭ РАН,

к.х.н.



И.Г. Варшавская