

МНОГОУРОВНЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ИОННО-ОБЛУЧЕННОМ КАРБИДЕ КРЕМНИЯ

В.И. Белько

Белгосуниверситет, факультет прикладной математики и информатики,

Независимости 4, 220030 Минск, Беларусь

belko@bsu.by

Процессы формирования дефектов в ионно-облученном карбиде кремния (SiC) привлекают значительное внимание в силу возможных технологических приложений SiC как для разработки микроэлектронных устройств, так и в качестве первой стенки ядерных реакторов. В настоящее время установлено, что радиационно-индуцированная аморфизация в SiC имеет место лишь ниже некоторой критической температуры, которая меняется от 300К до 500К в зависимости от условий облучения. Из экспериментов по нейтронному и ионному облучению известно, что скорость набора дозы вместе с энергией облучения, дозой и температурой образца существенно влияет на уровень повреждений в карбиде кремния в области температур 300-500 К. Стабильные пары Френкеля были исследованы посредством термического отжига с помощью моделирования методом молекулярной динамики (МД) [1]. Было показано, что они имеют энергию активации для рекомбинации от 0.24 до 1.6 эВ. Предположительно, рекомбинация близких пар Френкеля связана с первой стадией постимплантационного отжига в ионно-облученном карбиде кремния и рекомбинацией дефектов в течение ионного облучения (динамический отжиг). Вероятно также, что формирование стабильных пар Френкеля и их спонтанная рекомбинация может существенно влиять на критическую температуру аморфизации. В данной работе проведено исследование образования, миграции элементарных дефектов в карбиде кремния — и накопления пар Френкеля при электронном и ионном облучении SiC. При этом использовался многоуровневый подход, основанный на сочетании метода молекулярной динамики и кинетического метода Монте-Карло. Моделирование методом МД последовательных каскадов (в течение 10–50 пикосекунд с энергией ПВА 100–1000 эВ) даст информацию о составе и количестве элементарных дефектов, а метод Монте-Карло описывает эволюцию дефектов между каскадами. Моделирование показало сигмоидальное поведение уровня повреждений в облученном кристалле в зависимости от температуры в области низких температур, при этом более низкая интенсивность входного потока приводит к более низкому уровню повреждений, что соответствует экспериментальным данным [2]. Зависимость дозы полной аморфизации образца от температуры и критическая температура аморфизации (около 300 К) соответствует эксперименту по электронному облучению SiC. Температура активации для процесса динамического отжига при ионном облучении находится в разумном соответствии с найденной экспериментально [2].

Литература

1. Gao F., Weber W.J. J. Appl. Phys. 2003. V.94. P. 4348.
2. Kuznetsov A.Yu., Wong-Leung J., Hallen A., Jagadish C., Svensson B.G. J. Appl. Phys. 2003. V. 94. P. 7112.