

УДК 621.315.592.621.382.002

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ СИСТЕМЫ Si/SiO₂, ИНДУЦИРОВАННЫХ ЛАЗЕРНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

О.В. Кузнецова, Фам Куанг Тунг, Р.А. Халецкий

Приводятся результаты исследования влияния лазерного излучения на структурные свойства системы кремний-термический окисел с использованием методов просвечивающей электронной микроскопии и локальной катодоллюминесценции.

Ключевые слова: лазерное облучение, нанокластеры кремния, система Si/SiO₂.

Изучение процессов дефектообразования в системе Si/SiO₂ при окислении и при различных внешних воздействиях является необходимым условием повышения качества пленок SiO₂ на кремнии. В работе рассматриваются результаты исследования влияния лазерного излучения на структурные свойства системы Si/SiO₂ с использованием методов локальной катодоллюминесценции (КЛ) и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ).

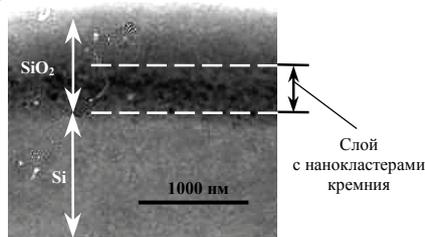


Рис. 1. Микрофотография границы раздела Si-SiO₂

На рис. 1 приведена микрофотография границы раздела Si-SiO₂ после облучения окисленной кремниевой пластины волоконным YLP-лазером с длиной волны 1,07 мкм и длительностью импульса 80 нс, полученная на ПЭМ с увеличением 50000^x. Микрофотография получена с участка пластины, находящейся в 2 мм от границы зоны расплавления, образованной после мощного лазерного воздействия. Видно, что на границе раздела сформировался слой толщиной около 0,3 мкм, состоящий из включений нанокластеров кремния в окисной матрице. Диаметр нанокластеров находится в пределах от нескольких единиц нанометра до 40 нм. В результате исследования структуры нанокластерного слоя в темном поле ПЭМ было обнаружено, что нанокластеры кремния в этом слое находятся в кристаллической фазе.

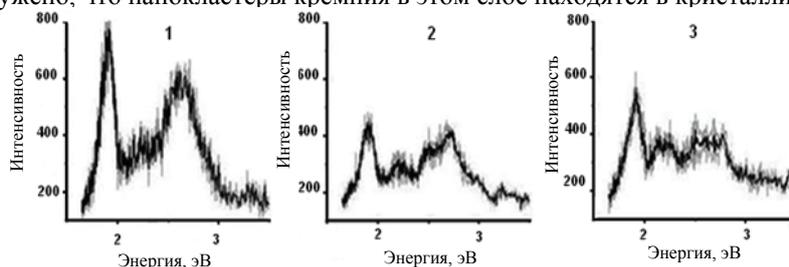


Рис. 2. Спектры КЛ, измеренные в 40 мм (1), в 10 мм (2), в 5 мм (3) от ЗР

На рис. 2 приведены спектры КЛ в видимом диапазоне, полученные на различных расстояниях от зоны расплавления (ЗР), сформированной на поверхности окисленной кремниевой пластины облучением второй гармоникой пикосекундного YAG-Nd-лазера с длиной волны 532 нм. Первый спектр соответствует типичному спектру термической двуокиси кремния с характерными пиками 1,9 эВ и 2,7 эВ, связанными с наличием на границе раздела собственных дефектов. Пик 1,9 эВ соответствует немостиковому атому кислорода, а пик 2,7 эВ – двухкоординированному атому кислорода [1]. По мере приближения к ЗР наблюдается модификация спектров КЛ. На расстоянии около 10 мм от ЗР появляется зеленая полоса с пиком 2,2–2,5 эВ, которая связывается с появлением в окисле избыточных связей типа кремний-кремний. Избыток подобных связей интерпретируется авторами [2] как наличие в окисле нанокластеров кремния, что хорошо согласуется с микрофотографией (рис. 1). При дальнейшем приближении к ЗР полоса в зеленой области спектра становится более выраженной относительно полос, связанных с собственными дефектами окисла. Такое перераспределение световой энергии в спектре КЛ может быть вызвано структурной трансформацией собственных дефектов двуокиси кремния.

1. Силинь А.Р., Трухин А.Н. Точечные дефекты и элементарные возбуждения в кристаллическом и стеклообразном SiO₂. – Рига: Зинатне, 1985. – 244 с.
2. Zamoryanskaya M.V., Sokolov V.I., Sitnikova A.A. and C.G. Konnikov. Cathodoluminescence study of defect distribution at different depths in films SiO₂/Si // Sol. State Phen. – 1998. – V. 63–64. – P. 237–242.

Кузнецова Ольга Валерьевна – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, студентка, olunchik_1989@mail.ru

Фам Куанг Тунг – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, аспирант, quang_tung@yahoo.com

Халецкий Роман Александрович – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кандидат техн. наук, доцент, halecky@yandex.ru