Зарождение и рост массивов нанокристаллов Si и твердого раствора SiGe на неориентирующей диэлектрической подложке

Камаев Г.Н.^{1,2}, Кацюба А.В.¹, Кучинская П.А.¹, Володин В.А.^{1,2}, Двуреченский А.В.^{1,2}

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

DOI 10.34077/Semicond2019-268

Интерес к нанокристаллам кремния, германия и их твёрдым растворам в диэлектрических плёнках вызван возможностями их применения при создании многофункциональных наноструктурированных материалов для твердотельных приборов, работа которых основана на использовании квантово-размерных эффектов. Поэтому получение структур с массивом нанокластеров Si на неориентирующих подложках и в диэлектрическом окружении, которые могут выступить в качестве зародышей для формирования нанокристаллов Si, твёрдого раствора SiGe, разбавленных магнитных полупроводников (например, Si с примесью Mn), остается на сегодняшний день актуальной задачей.

В настоящей работе рассматривается возможность формирования зародышей кремния в SiO₂ методом осаждения на окисленную подложку кремния с частичным прокислением на заданную глубину в плазме кислорода плёнки α-Si:H. Пленка α-Si:H осаждалась на установке плазмохимического осаждения с индуктивным возбуждением и окислялась с поверхности методом прямого окисления в плазме кислорода таким образом, чтобы сплошной слой α-Si:H распался на кластеры [1]. Далее была проведена термообработка в ростовой камере МЛЭ в стандартном режиме предэпитаксиальной очистки поверхности с подпылением кремния. Таким способом было проведено травление окисла и «вскрытие» до слоя с кремниевыми нанокластерами, которые выступали в качестве зародышей для получения методом МЛЭ нанокристаллов твёрдого раствора SiGe различного состава.

Свойства получаемых структур на разных стадиях формирования контролировались с помощью методов атомно-силовой микроскопии (АСМ) и спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС). На рис.1 представлены АСМ-изображения структур после осаждения Ge с «толстым» (сверху) и «тонким» (снизу) слоем исходной плёнки α-Si:H. На изображениях видно, что диаметр нанокристаллов задается размером зародышей. Определение условий, при которых германий встраивается в растущий нанокристалл, и состав формируемого твердого раствора SiGe проведено из анализа данных КРС.

Работа поддержана грантом РФФИ №18-07-01278.

[1] И. Г. Неизвестный, В. А. Володин, Г. Н. Камаев, С. Г. Черкова, С. В. Усенков, Н. Л. Шварц, *Автоматрия*, **52**, 84, (2016).

Рис.1. – АСМ-изображения структур после осаждения Ge с «толстым» (сверху) и «тонким» (снизу) слоем исходной плёнки α-Si:H.