Эмиссия света двумерными островками дисульфида молибдена

А.В. Марченко^{1,2}, А.Г. Милёхин^{1,2}, Н.Н. Курусь¹

¹ Институт физики полупроводников им.А.В. Ржанова СО РАН, Новосибирск,
630090, Лаврентьева, 13

² НГУ, Новосибирск, 630090, Пирогова, 1
тел. 8(383)316-60-54, эл. marchenko@g.nsu.ru

DOI 10.34077/RCSP2021-123

Двумерные халькогениды переходных металлов являются перспективными материалами для создания быстродействующих компонентов электронной техники и оптоэлектронных приборов. Особый интерес среди данного класса материалов представляет двумерный дисульфид молибдена (MoS_2), обладающий уникальными электронными и оптическими свойствами. Так, при уменьшении толщины пленки дисульфида молибдена до нескольких монослоев происходит изменение его электронной зонной структуры, что проявляется в изменениях спектров комбинационного рассеяния света (КРС) и фотолюминесценции (ФЛ). Таким образом, исследование взаимосвязи структурных и оптических свойств MoS_2 является актуальной задачей.

Данная работа посвящена исследованию пространственного распределения интенсивности ФЛ и КРС треугольными островками двумерного MoS_2 различной толщины, сформированными на поверхности кремния. Морфология поверхности изучалась с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ). АСМ изображение островков представлено на Рис.1а. Толщина островков меняется от 2 до 6 монослоев (1 монослой (МС) - 0.6 нм).

Построены карты распределения интенсивности ФЛ в области межзонных переходов (Рис. 1б). В спектрах ФЛ наблюдаются пики, соответствующие прямым и непрямым переходам. Показано, что интенсивность ФЛ обратно пропорциональна количеству монослоев MoS_2 в островке. Изучены спектры КРС островками двумерного MoS_2 . Получены зависимости частот основных колебательных мод MoS_2 (A_{1g} и E_{2g}) от толщины островка. Построены карты распределения интенсивности КРС островками (Рис. 1в). Показано, что интенсивность КРС максимальна для минимальной толщины образца (2МС).

Обнаружено усиление интенсивности КРС моды оптического фонона кремния в области расположения бислоя MoS_2 (Рис. 1г). Выдвинута гипотеза об интерференционном механизме усиления КРС фононами Si.

Рис.1 а) АСМ-изображение островка MoS_2 , б) Карта интенсивности фотолюминесценции слоями дисульфида молибдена, построенная в диапазоне 660-720 нм, в) Карта интенсивности A_{1g} моды в спектре КРС слоями MoS_2 , построенная в диапазоне 401-415 cm^{-1} , г)- Карта интенсивности моды оптического фонона кремния, построенная в диапазоне 513-527 cm^{-1} .

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-52-12041.