**Исследование поперечной проводимости слоев CaF2 и продольной проводимости слоев WS2 и WSe2**

***Загороднева В.Н., Лобанова Е.Ю., Канафиева Е.Ф., Кузин Д.С., Мамаев И.М.***

*Студентка, 4 курс бакалавриата*

*Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе, Санкт-Петербург, Россия*

*E-mail: zagorodnevaleria@gmail.com*

Интерес к микро- и наноэлектронике сохраняется на протяжении десятилетий. В настоящее время ведется активный поиск и проводятся исследования новых перспективных материалов. В их число входит фторид кальция – широкозонный диэлектрик, который изучается более тридцати лет [1], а также полупроводниковые материалы на основе дихалькогенидов переходных металлов: MoS2, MoSe2, WS2 и WSe2 [2,3].

Полевые транзисторы на основе CaF2 и MoS2 продемонстрировали высокую эффективность CaF2 как изолирующего материал [4,5]. Это стало стимулом для дальнейшего изучения электрических свойств эпитаксиально выращиваемого на кремнии CaF2 с целью его использования в качестве подзатворного диэлектрика. Сверхтонкие слои дихалькогенидов с регулируемой шириной запрещенной зоны и высокой подвижностью носителей востребованы для создания транзисторов с малым пространственным размером и низким энергопотреблением.

Настоящая работа посвящена исследованию поперечной проводимости слоев CaF2 и продольной проводимости слоев WS2 и WSe2 в зависимости от параметров роста.

В частности, были исследованы, электрофизические свойства структур металл-диэлектрик-полупроводник Au/ CaF2 /Si в зависимости от температуры предростового отжига кремниевой подложки. Слои CaF2 в этих структурах были выращены методом молекулярно-лучевой эпитаксии на подложке умеренно легированного n-Si (концентрация доноров ∼ 1017 см-3). В процессе отжига на подложке искусственно создавался градиент температуры, что позволило детально исследовать диапазон температур отжига от 800 до 1300 °С, вырастив всего 3 образца. Электрофизические исследования проводились путем снятия вольт-амперных характеристик в диапазоне от –3 до 3 В с помощью источника-измерителя Keithley-2400.

Для исследования свойств WS2 и WSe2 на подложках Al2O3 (0001) была выращена серия тонких слоев этих материалов методом импульсного лазерного осаждения. Варьируемым параметром роста являлась плотность энергии лазера на мишени, значение которого изменялось в диапазоне от 1 до 4 Дж/см2. Измерения продольной проводимости происходили четырехзондовым методом с помощью прибора Keithley-2400.

В результате работы показано, что электрофизические свойства слоев упомянутых выше материалов могут быть существенно улучшены путем подбора технологических условий роста.

**Литература**

1. R.F.C. Farrow, P.W. Sullivan, G.M. Williams, G.R. Jones, D.C. Cameron. J. Vac. Sci. Technol., 19, 415 (1981).

2. Wei T Y, Han Z C, Zhong X Y, et al. Two dimensional semiconducting materials for ultimately scaled transistors. iScience, 2022, 25, 105160

3. Lasek K, Li J F, Kolekar S, et al. Synthesis and characterization of 2D transition metal dichalcogenides: Recent progress from a vacuum surface science perspective. Surf Sci Rep, 2021, 76, 100523

4. Yu.Yu. Illarionov, A.G. Banshchikov, T. Knobloch, D.K. Polyushkin, S. Wachter, V.V. Fedorov, S.M. Suturin, M. St¨oger-Pollach, T. Mueller, M.I. Vexler, N.S. Sokolov, T. Grasser. Program guide of the 78th Annual IEEE Device Research Conf. (DRC) (2020) p. 46.

5. Yu.Yu. Illarionov, T. Knobloch, M. Lanza, D. Akinwande, M.I. Vexler, T. Mueller, M. Lemme, G. Fiori, F. Schwierz, T. Grasser. Nature Commun., 11, 3385 (2020).