Электронные и транспортные свойства двумерных эпитаксиальных монослоев на поверхности Si(111)

Матецкий А.В.¹, Бондаренко Л.В.¹, Тупчая А.Ю.¹, Грузнев Д.В.¹, Денисов Н.В.¹,
Михалюк А.Н.^{1,2}, Ichinokura S.³, Hasegawa S.³, Зотов А.В.^{1,2}, Саранин А.А.^{1,2}

¹ ИАПУ ДВО РАН, 690041, Владивосток, ул. Радио, 5

² ДВФУ, 690950, Владивосток, ул. Суханова, 8

³ University of Tokyo, 113-0033, Tokyo

DOI 10.34077/Semicond2019-204

К сожалению, весьма ограниченное количество реконструкций, которые формируются при нанесение моно-атомных количеств различных химических элементов на поверхность Si и Ge приводят к образованию двумерных слоев, обладающих металлическими свойствами. Очевидная причина этого состоит в том, что в подавляющем большинстве таких реконструкций поверхностная плотность атомов недостаточно велика для формирования металлических связей. Нам удалось преодолеть это ограничение с помощью формирования двумерных двухкомпонентных соединений с более высокой плотностью атомов в двумерном слое. Более того, использование в качестве одного из компонентов соединения тяжелых атомов с большим спин-орбитальным взаимодействием позволяет формировать металлические спин-расщепленные поверхностные состояния [1].

В одном из таких двумерных соединений одноатомной толщины, состоящим из 1 монослоя (МС) Tl и 1/3 МС Pb с периодичностью $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ на Si(111) нам удалось обнаружить сверхпроводимость с критической температурой $T_c = 2,25$ К которая сосуществует с гигантским спиновым расщеплением [2], что подразумевает сосуществование синглетного и триплетного спаривания. Анализ результатов, полученных с помощью сканирующей туннельной спектроскопии свидетельствует о наличии экзотической сверхпроводимости, о чем свидетельствуют анизотропия сверхпроводящей щели и ее аномальное поведение в магнитном поле [3].

В эпитаксиальном слое таллия двойной толщины на поверхности Si(111) нами также обнаружена сверхпроводимость с критической температурой $T_c = 1,0$ К и $T_{\text{ВКТ}} = 0,8$ К [4]. Система демонстрирует переход «сверхпроводник-изолятор», индуцированный перпендикулярным магнитным полем с величиной больше 0,4 Т и существование необычного двумерного металлического состояния в меньших полях при температурах меньших T_c . Данные измерения магнитосопротивления свидетельствуют о том, что это металлическое состояние может быть описано моделью «бозе-металла».

В двуслойном соединении Tl и Au на поверхности Si(111) имеющем периодичность $\sqrt{7} \times \sqrt{7}$ исследованы транспортные и магнитотранспортные свойства при температурах до 1.7 К [5]. Показано, что во всем диапазоне температур это соединение имеет металлическую проводимость и достаточно хорошо описывается моделью свободного двумерного электронного газа. Магнитотранспортные измерения при низких температурах демонстрируют изменения проводимости, которые обусловлены слабой антилокализацией и хорошо описываются в рамках теории Hikami–Larkin–Nagaoka.

[1] D.V. Gruznev et al. *Scientific Reports* **4**, 04742 (2014).

[2] A.V. Matetskiy et al., *Phys. Rev. Lett.* **115**, 147003 (2015).

[3] T. Nakamura et al., *Phys. Rev. B* **98** 134505 (2018).

[4] S. Ichinokura et al., *2D Materials* **4**, 025020 (2017).

[5] A.V. Matetskiy et al., *Nano. Lett.* **19**, 570 (2019).