Высокотемпературная и сверхвысокотемпературная волны зарядовой плотности в квазиодномерном проводнике NbS₃-II

Зыбцев С.Г.¹, Покровский В.Я.¹, Табачкова Н.Ю.^{2,3}

¹ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, 125009, Москва, Моховая, 11-7

² Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, 119991, Москва, ул. Вавилова, 38

³ НИТУ «МИСиС», 119049, Москва, Ленинский проспект, 4

DOI 10.34077/Semicond2019-148

Моноклинная фаза NbS₃ (NbS₃-II), являясь характерным представителем группы трихалькогенидов переходных металлов, уникальна тем, что в ней наблюдаются три фазовых перехода с образованием волн зарядовой плотности (ВЗП) [1]. Наибольшее число публикаций посвящено исследованию «высокотемпературной» ВЗП-1, образующейся при $T_{p1} \approx 340-370$ К. ВЗП-1 отличается высокочастотными свойствами и высокой когерентностью, причём – при комнатной температуре.

Исследования свойств «сверхвысокотемпературной» ВЗП-0, образующейся при $T_{p0} > 440$ К и характеризуемой волновым вектором $q_0 = (0.5a^*, 0.352b^*, 0)$, начались недавно. На XIII РКФПП мы сообщали о когерентном скольжении ВЗП-0 в сравнительно небольших электрических полях, в том числе, о синхронизации в СВЧ поле [2]. Однако эти эффекты наблюдались только в «аномальных» образцах NbS₃-II, в которых отсутствует ВЗП-1. На предстоящей РКФПП мы планируем рассказать о дальнейших исследованиях ВЗП-0 и её взаимодействии с ВЗП-1.

Во-первых, к нашему удивлению, оказалось, что и в обычных образцах можно увидеть когерентное скольжение ВЗП-0, включая синхронизацию. Наблюдение скольжения ВЗП-1 и ВЗП-0 на одном и том же образце позволило сравнить их свойства. Несмотря на то, что нелинейная проводимость ВЗП-0 относительно мала (~5 % от линейной), заряд, переносимый ей при сдвиге на период λ во всех случаях превышает заряд ВЗП-1 – в 1.2–2.5 раза. Одновременное наблюдение синхронизации скольжения ВЗП-1 и ВЗП-0 вблизи T_{p1} позволило наблюдать их интерференцию.

Во-вторых, удалось прояснить структуру «аномальных» образцов, без ВЗП-1. С этой целью образцы после исследования транспортных свойств были перенесены на сетку для исследования в ПЭМ. Оказалось, что в этих образцах отсутствуют рефлексы $q_1 = (0.5a^*, 0.298b^*, 0)$, соответствующие ВЗП-1. Этого можно было ожидать. Однако помимо этого была обнаружена пара рефлексов вблизи $0.5b^*$, соответствующих искажению с периодом $\lambda \approx 2.1b$. Сверхструктура с таким периодом наблюдалась ранее в NbS₃-II в СТМ на дефектах упаковки [3].

В-третьих, установлено значение температуры $T_{p0} = 450-475$ К, а также определена температурная область обратимых изменений свойств NbS₃ – до ~550 К.

В-четвёртых, установлено, что выше T_{p0} диэлектрический температурный ход сопротивления сохраняется. Это указывает на то, что выше T_{p0} электронный спектр, возможно, уже диэлектризован каким-то структурным фазовым переходом.

В-пятых, нагрев выше 550 К позволил контролируемым образом изменять свойства образцов. При увеличении проводимости высокоомных образцов на порядок признаков образования ВЗП-2 при $T_{p2} = 150$ К не наблюдалось, в противоположность образцам, исходно обладающим такой же проводимостью. Сделан вывод о принципиальном значении структурных дефектов для образования ВЗП-2.

Работа проводилась при поддержке РФФИ (17-02-01343) и РНФ (17-12-01519).

[1] S. G. Zybtsev et al., *Phys. Rev. B*, **95**, 035110 (2017).

[2] Зыбцев С.Г. и др., *Тезисы XIII РКФПП, Екатеринбург-2017*, стр. 13.

[3] Woei Wu Pai et al., «Нанозифика и нанозлектроника-2018», *Труды*, Т.1, стр. 285.