Частотные и температурные зависимости аномалии, наблюдающейся при одноосном удлинении вискеров квазиодномерного проводника TaS_3

Никитин М.В., Покровский В.Я., Зыбцев С.Г., Фролов А.В., Орлов А.П.

ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, 125009, Москва, ул. Моховая, 11, корп. 7

DOI 10.34077/Semicond2019-470

Квазиодномерные проводники с волной зарядовой плотности (ВЗП) – класс материалов, в которых наблюдается множество электромеханических явлений. В качестве примеров можно привести аномально большие изменения упругих модулей при движении ВЗП и различные виды деформации образцов в электрическом поле. Качественно эти явления можно описать в терминах упругого взаимодействия кристаллической решётки и ВЗП.

Соединение TaS_3 ромбической фазы, будучи характерным представителем этого класса материалов, отличается сильным взаимодействием между ВЗП и решёткой. В фокусе работы лежит аномалия свойств вискеров TaS_3 , наблюдающаяся при их одноосном удлинении, $\epsilon_c \sim 0.4\text{--}0.7\%$, вдоль кристаллографической оси c : в области ϵ_c происходит снижение модуля Юнга [1], а также переход ВЗП в новое состояние, названное ультракогерентным [2]. Природа перехода пока не выяснена. Доклад посвящён исследованиям частотных и температурных зависимостей данной аномалии и других упругих свойств TaS_3 .

Для изучения резонансов в работе использовалась методика гетеродинамирования с частотной модуляцией (ГЧМ). Длина исследуемых образцов варьировалась от 2240 до 30 мкм, ширина – от 10 до 0.6 мкм. С помощью методики ГЧМ обнаружены резонансные пики в интервале частот $f=10\text{ кГц--}100\text{ МГц}$; установлены собственные частоты и собственные моды возбуждаемых колебаний для образцов разной длины. Показано, что наиболее высокочастотные моды соответствуют возбуждению ультразвуковых стоячих волн, чего ранее не наблюдалось. Для данных мод в области ϵ_c обнаружено снижение f на величину, достигающую 11%. Показано [3], что этот минимум соответствует минимуму дифференциального модуля Юнга [1].

Изучение эволюции формы ВАХ образцов от удлинения в температурной области 78–120 К показало, что при температурах ниже 85 К в области ϵ_c сопротивление и пороговое поле растут скачкообразно. Сделан вывод, что переход от обычной ВЗП к ультракогерентной происходит через промежуточное состояние, отличающееся высокой степенью разупорядоченности.

Также исследована температурная зависимость резонансных частот звуковых колебаний. Для образца длиной 500 мкм значение исследованной частоты составило 5 МГц. Обнаружено снижение частоты звуковой моды на 2.5% при изменении температуры от 80 до 220 К, которое нельзя объяснить удлинением образца из-за теплового расширения. Данный результат указывает на сильную температурную зависимость скорости звука в TaS_3 , что требует дальнейших исследований.

Другой перспективной задачей остается поиск аномалий модулей упругости, связанных с предполагаемым возбуждением плазменных колебаний ВЗП.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты #17-02-01343, 18-02-00931) и РНФ (проект #17-12-01519).

[1] K. Das, M. Chung, M.J. Skove, and G.X. Tessema, *Phys. Rev. B*, **52**, 7915 (1995)

[2] S.G. Zybtsev, V.Ya. Pokrovskii, *Physica B*, **460**, 34 (2015)

[3] М.В. Никитин, В.Я. Покровский, С.Г. Зыбцев, А.В. Фролов, *Письма в ЖЭТФ*, **109**, 54 (2019)