

УДК 661.888.1: (543.428.3+538.915)

DOI: 10.17223/00213411/64/3/8

Вад.И. СУРИКОВ¹, Вал.И. СУРИКОВ¹, Ю.В. КУЗНЕЦОВА², Н.А. СЕМЕНЮК¹, О.В. ЛЯХ¹, Н.А. ПРОКУДИНА¹

ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ НЕКОТОРЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВАНАДИЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Представлены результаты исследования температурной зависимости молярной теплоемкости при постоянном давлении в интервале от 5 до 300 К для материалов на основе ванадия. Для всех исследуемых материалов рассчитаны значения плотности состояний вблизи уровня Ферми. Установлено, что для материалов V_3Si и V_3Ge значения плотности состояний $\mu(E)$ коррелируют с температурами перехода в сверхпроводящее состояние. Для материалов V_2O_3 и $V_{1.973}Me_{0.027}O_3$ ($Me - Al, Fe, Cr$) установлено, что температуры фазовых переходов металл – диэлектрик уменьшаются с увеличением значений плотности состояний.

Ключевые слова: оксид ванадия, молярная теплоемкость, плотность состояний, сверхпроводник.

Введение

Соединения V_3Si , V_3Ge стехиометрического состава, а также их взаимные твердые растворы обладают высокими параметрами сверхпроводимости (температуры перехода в сверхпроводящее состояние T_1 составляют 17 и 6.9 К для V_3Si и V_3Ge соответственно) [1]. Полупрозрачная окись ванадия V_2O_3 и твердые растворы на ее основе $V_{1.973}Me_{0.027}O_3$ ($Me - Al, Fe, Cr$) замечательны тем, что обладают фазовым переходом металл – изолятор (ФПМИ) в окрестностях температуры ~ 170 К [2]. И оксиды ванадия, и сверхпроводники находят широкое применение [1, 3]. Очевидно, что решение вопросов прогнозирования синтеза как сверхпроводящих материалов, так и оксидов ванадия с заданными свойствами требует интенсивных исследований. В этом смысле теплоемкость имеет явный приоритет перед многими другими свойствами, поскольку с ее помощью можно получить информацию как об электронном энергетическом спектре (вплоть до плотности электронных состояний вблизи уровня Ферми), так и об интегральной характеристике фононного энергетического спектра – характеристической температуре Дебая (Θ_D).

Объекты и методы исследования

В качестве исходных материалов использовали материалы марки ОСЧ. Образцы V_3Si и V_3Ge для исследования готовились плавлением шихты в индукционной печи в алундовых тиглях, V_2O_3 восстанавливали из пятиокиси ванадия в атмосфере водорода. Твердые растворы $V_{1.973}Me_{0.027}O_3$ ($Me - Al, Fe, Cr$) готовились спеканием таблетированных смесей в молибденовых «стаканчиках», помещенных в эвакуированные кварцевые колбы.

Температурные зависимости теплоемкости (в интервале от 5 до 300 К) изучались методом вакуумного адиабатического калориметра типа Стрелкова. Температура образца регистрировалась германиевым (от 5 до 12 К) или платиновым (от 10 до 300 К) термометрами сопротивления. Термометры были поверены во ВНИИФТРИ. Погрешность измерения (торирование проводилось по бензойной кислоте и электролитической меди Кыштымского электролитного завода) не превышала 1% во всем исследованном интервале температур. Полученные нами результаты хорошо согласуются с результатами работ [4, 5].

Аттестация исследуемых материалов проводилась с помощью рентгенофазового анализа (РФА) на дифрактометре Shimadzu Maxima_X XRD-7000. Как показал РФА, исследуемые образцы являлись однофазными. Для уточнения элементного состава материалов использовался метод рентгеноспектрального анализа на сканирующем электронном микроскопе JEOL JCM-5700, при ускоряющем напряжении 15 кВ ток пучка составлял 1.0 нА.

Обсуждение результатов

Классическая интерпретация низкотемпературной теплоемкости ($T \leq \Theta_D/12$) предполагает, что теплоемкость является аддитивной величиной:

$$C = C_{эл} + C_{реш}; \quad (1)$$

$$C_{эл} = \gamma T, \quad (2)$$

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>