

- [11] Драбл Дж., Голдсמיד Г. Теплопроводность полупроводников: Пер. с англ. М., 1963. 266 с.
 [12] Аскеров Б. М. Электронные явления переноса в полупроводниках. М., 1985. 318 с.

Институт физики АН АзССР
 Баку

Поступило в Редакцию
 19 мая 1989 г.

УДК 537.94

Физика твердого тела, том 31, в. 12, 1989
 Solid State Physics, vol. 31, № 12, 1989

АНОМАЛИИ СКОРОСТИ ПРОДОЛЬНОГО ЗВУКА В МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЛЬФРАМЕ И МОЛИБДЕНЕ В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР 78—300 К

Л. Е. Сошников

Ультразвуковым эхо-импульсным методом на частоте 10 МГц измерены температурные зависимости скорости продольного ультразвука вдоль кристаллографических направлений [111] монокристалла вольфрама и

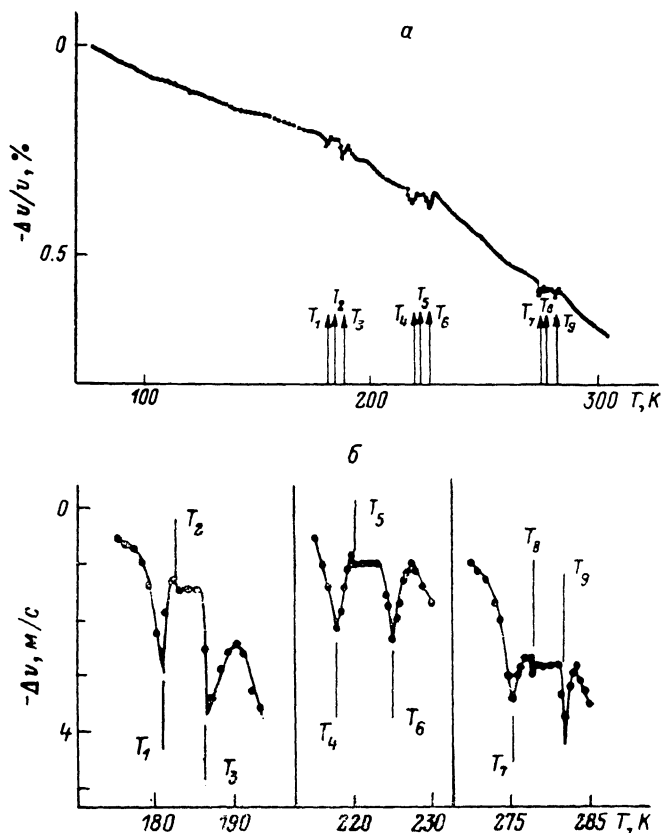


Рис. 1. Температурная зависимость скорости продольного ультразвука вдоль направления [111] в вольфраме (а). Изменения скорости ультразвука в аномальных температурных областях в молибдене (б).

[110] монокристалла молибдена. На кривых наблюдаются аномалии скорости ультразвука при температурах 180—182—187, 218—220—225, 275—277—282 К для вольфрама и 160—162—167, 218—220—225, 267—

269—276 К для молибдена. Аномалии предполагаются связанными со структурными фазовыми переходами.

Переходные металлы подгруппы хрома, помимо традиционно неослабевающего внимания к их необычным термофизическим свойствам [1], в последнее время вызывают повышенный интерес в связи с обнаружением в хrome структурной неустойчивости типа волны зарядовой плотности [2] и несоизмеримых модулированных структур на реконструированных гранях кристаллов вольфрама [3] и молибдена [4]. Представляет несомненный интерес исследование монокристаллов вольфрама и молибдена методами, имеющими высокую чувствительность к структурным преобразованиям.

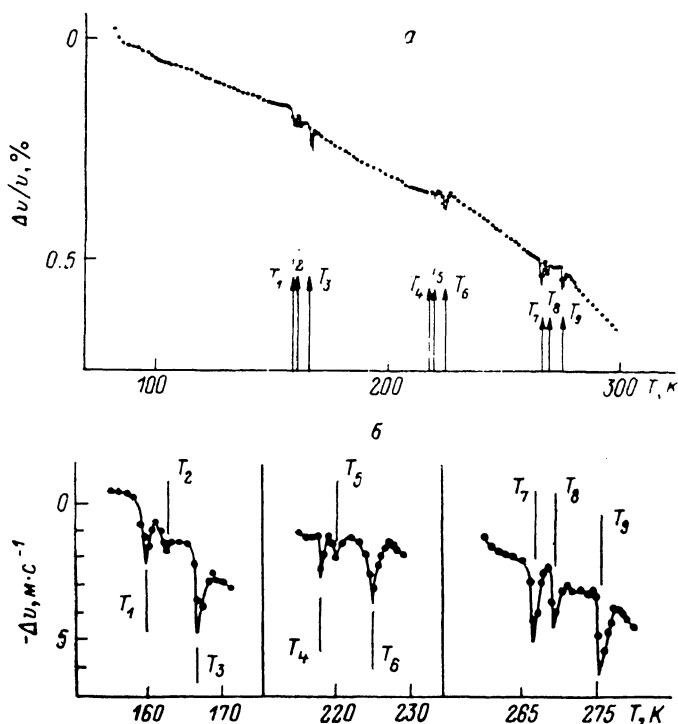


Рис. 2. То же, что и на рис. 1, для молибдена.

В настоящей работе представлены результаты исследований температурных зависимостей скорости продольного звука вдоль направлений [111] вольфрама и [110] молибдена в диапазоне температур 78—300 К.

Измерения скорости ультразвука проводились эхо-импульсным методом на частоте 10 МГц по меткам времени с выбором определенного периода высокочастотной составляющей. Точность измерений относительных изменений скорости составляла 0.003 %. Температура изменялась в режиме медленного нагрева со скоростью 0.05 К/мин. Образцы вырезались электроискровым способом. Чистота образцов составляла (мас. %): вольфрама — 99.996, молибдена — 99.96. Измерения проводились вдоль кристаллографических направлений [111] монокристалла вольфрама и [110] монокристалла молибдена через 1 К, в области аномалий — через 0.5 К.

На рис. 1, 2 представлены типичные результаты измерений. Изменения скорости звука во всем исследуемом температурном интервале не превышают 1 %. На кривых наблюдаются области с аномальным поведением скорости ультразвука при температурах 180—182—187, 218—220—225, 275—277—282 К для вольфрама (рис. 1) и 160—162—167, 218—220—225, 267—269—276 К для молибдена (рис. 2). На рис. 1, а и 2, а представлены типичные результаты измерений в температурных областях аномаль-

ного поведения скорости звука. Области имеют общие характерные особенности. Величина областей составляет $\Delta T \sim 7\text{K}$, на границах наблюдаются смягчения величиной изменения не более 0.1 %, внутри области имеется аномалия в виде небольшого скачка с минимумом и последующим горизонтальным участком. Между аномальными областями скорость звука изменяется почти линейно и имеет разные наклоны к оси температур.

Линейная зависимость от температуры модулей упругости связана со слабым кубическим ангармонизмом кристаллической решетки [5]. В области аномального поведения, возможно, реализуется модель нелинейной решетки, где атом (узел кристаллической решетки) движется в двухъямном потенциале [6]. Подобные аномалии наблюдались в [7, 8], где связи вались со структурными фазовыми переходами. Поведение упругих модулей в окрестности аномалий хорошо описывается из рассмотрения сильного ангармонизма двухъямного потенциала и введения псевдоспинового формализма [8]. Возможно, что наблюдаемое аномальное поведение скорости звука связано со структурными преобразованиями и проявлениями сильного ангармонизма в монокристаллах вольфрама и молибдена.

Список литературы

- [1] Grimvall G., Thiessen M., Guillermet A. F. // Phys. Rev. B. 1987. V. 36. N 15. P. 7816—7826.
- [2] Gibbs D., Mohanty K. M., Bohr J. // Phys. Rev. B. 1988. V. 37. N 1. P. 562—564.
- [3] Ernst H.-J., Hulpke E., Toennies J. P. // Phys. Rev. Lett. 1987. V. 58. N 19. P. 1941—1944.
- [4] Vang C. Z., Tosatti E., Fasolino A. Phys. Rev. Lett. 1988. V. 60. N 25. P. 2661—2668.
- [5] Lakkad S. C. // J. Appl. Phys. 1971. V. 42. N 11. P. 4277—4281.
- [6] Kerr W. C., Bishop A. R. // Phys. Rev. B. 1986. V. 34. N 9. P. 6295—6314.
- [7] Soshnikov L. E., Sheleg A. U. // Phys. St. Sol. a. 1989. V. 111. N 2. P. 485—490.
- [8] Swarnalata N., Potil D. P., Padmini A. R. K. L. // Acoustica. 1987. V. 63. N 2. P. 100—105.

Институт физики твердого тела
и полупроводников АН БССР
Минск

Поступило в Редакцию
5 декабря 1988 г.
В окончательной редакции
26 мая 1989 г.

УДК 539.143.43

Физика твердого тела, том 31, в. 12, 1989
Solid State Physics, vol. 31, № 12, 1989

О НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЯДЕРНОЙ ДИПОЛЬНОЙ РЕЛАКСАЦИИ В ТВЕРДЫХ ПАРАМАГНЕТИКАХ

Т. Л. Бушвицки, Н. П. Фокина

Как показано в [1], при малой концентрации электронных спинов и достаточно низких температурах решетки ядерная зеемановская релаксация определяется слабо зависящим от температуры механизмом второго порядка по сверхтонкому взаимодействию (СТВ) вида $V_{m_i}^{\pm} I_m^{\pm} S_n^{\pm}$, тогда как обычный механизм первого порядка по СТВ вида $V_{m_i}^{\pm} I_m^{\pm} S_n^z$, приводящий к сильной температурной зависимости скорости ядерной зеемановской релаксации $T_2^{-1} \propto (1 - p_0^2)$ [2], где $p_0 = \text{th}(\omega_s/2T_L)$ (ω_s — частота ЭПР, T_L — температура решетки), становится неэффективным. Для скорости релаксации ядерного диполь-дипольного резервуара (ДДР) T_D^{-1} к электронному ДДР стандартная теория [3, 4], определяющая T_D^{-1} в первом порядке по СТВ вида $V_{m_i}^{zz} I_m^z S_n^z$, также дает $T_D^{-1} \propto (1 - p_0^2)$. Представляет интерес выяснить, не является ли и в этом случае более эффективным механизм, аналогичный предложенному в [1].