

Это указывает на их слабое взаимодействие с квазичастичными возбуждениями в сверхпроводнике.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что в спектре бозонных возбуждений, регистрируемых как особенности второй производной туннельного тока, отсутствуют заметные проявления нефононной природы (магноны, плазмоны и т. д.), связанные с долгоживущими модами, энергия которых $\hbar\omega \leq 100$ мэВ. Однако экспериментальные значения T_c и близкие к эксперименту значения параметра $\Delta_{\text{УВаСнО}}$ получаются при величинах константы связи $\lambda = 3.5 \pm 0.3$, несколько больших для обычного механизма ЭФВ [1, 2].

Л и т е р а т у р а

- [1] Свистунов В. М., Белоголовский М. А. Туннельная спектроскопия квазичастичных возбуждений в металлах. Киев: Наукова думка, 1986. 148 с.
- [2] Проблема высокотемпературной сверхпроводимости / Под ред. В. Л. Гинзбурга и Д. А. Киржница. М.: Наука, 1977, с. 400.
- [3] Rhyne J. J., Neumann D. A., Gotaas J. A. et al. Phys. Rev. B, 1987, vol. 36, N 4, p. 2294—2297.
- [4] Паршин П. П., Землянов М. Г., Черноплеков Н. А. и др. В кн.: Сверхпроводимость. М., 1988, в. 2. с. 34.
- [5] Дьяченко А. И. Препринт ДонФТИ-81-17. Донецк, 1981.
- [6] Gray K. E., Hawley M. E., Moge E. R. Proceedings of the Berkley workshop on novel mechanisms of superconductivity. Berkley, California, 1987, p. 611—624.
- [7] Ekino T., Akimitsu J. Jap. J. Appl. Phys., 1987, vol. 26, N 4, p. 452—453.

Донецкий физико-технический
институт АН УССР
Донецк

Поступило в Редакцию
6 июля 1988 г.

УДК 537.812.62

Физика твердого тела, том 30, в. 11, 1988
Solid State Physics, vol. 30, № 11, 1988

ВЛИЯНИЕ ЗАМЕНЫ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА М НА СПЕКТРЫ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ КЕРАМИКИ $\text{M}\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$

О. В. Мисочко, М. Д. Нерсесян

Исследования комбинационного рассеяния (КР) света в высокотемпературных сверхпроводниках внесли значительный вклад в понимание физики этих новых материалов [1–5]. Изучение фоновых мод важно для понимания свойств новых соединений, даже если механизм высокотемпературной сверхпроводимости окажется не связанным с электрон-фононным взаимодействием. Большинство измерений КР проведено для системы $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$; исследования соединений $\text{M}\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$, где М — редкоземельный элемент (РЗЭ), немногочисленны [6, 7]. В настоящей работе нами исследовано замещение Y рядом РЗЭ (La, Sm, Eu, Ho, Gd, Er) на спектры КР.

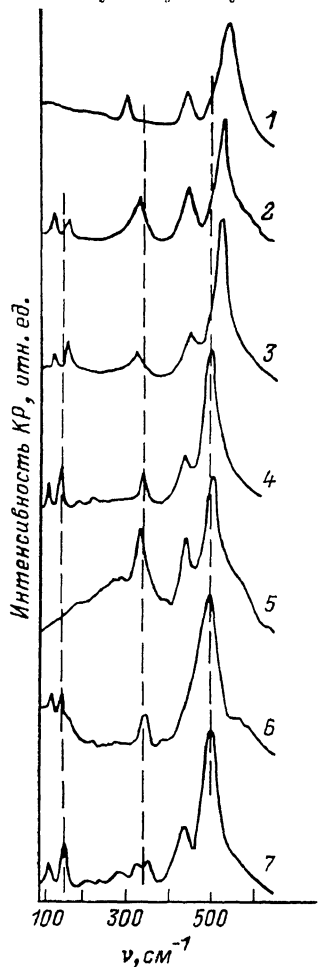
Образцы изготавливались в виде таблеток размером $5 \times 5 \times 3$ мм из сверхпроводящего спека, полученного методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [8] с дальнейшей термообработкой таблеток при $910\text{--}930^\circ\text{C}$ в течение нескольких часов. Сверхпроводящий переход регистрировался измерением сопротивления на постоянном токе четырехконтактным методом, а также по температурной зависимости высокочастотной восприимчивости $\chi(T)$. Все образцы имели переход в сверхпроводящее состояние при $T \approx 90$ К с полушириной $5\text{--}10$ К. Это позволяет предположить, что образцы имеют орторомбическую структуру (группа симметрии $D_{2h}^1(Pnmm)$). Элементарная ячейка орторомбического кристалла

«1—2—3» состоит из трех перовскитных кубов с атомами меди в вершинах каждого куба, кислородными атомами или вакансиями в центрах ребер, в то время как центры кубов заняты атомами РЗЭ М. Кубы упорядочены в направлении оси c таким образом, чтобы обеспечить последовательность $[\text{Ba—M—Ba}]_{\infty}$. Теоретико-групповой анализ орторомбической структуры «1—2—3» [1-3] предсказывает существование 15 КР активных мод 5 ($A_g + B_{2g} + B_{3g}$), которые порождаются колебаниями атомов O2, O3, O4, Cu2 и Ba (согласно обозначениям [1]).

Поскольку параметр орторомбичности ($b-a$) исследуемых материалов мал, колебания атомов O2 и O3 сохраняют симметрию тетрагональной модификации [4] и проявляются в виде мод A_g ($\nu=435 \text{ см}^{-1}$) и B_{1g} ($\nu=335 \text{ см}^{-1}$). Можно ожидать, что замена Y на РЗЭ с отличным ионным радиусом должна оказать большее влияние на колебания атомов, расположенных вблизи позиции иттрия, т. е. на колебания атомов Cu2 и O2, O3.

Спектры КР измерялись в геометрии обратного рассеяния при комнатной температуре на спектрометре с микроприставкой «Microdil-28» [9, 10]. Для возбуждения использовалась линия 488 нм Ag^+ лазера, излучение которого фокусировалось в пятно диаметром ~ 3 мкм, что позволяло работать с отдельными микрокристаллитами керамики. Кристаллиты ориентировались по отношению к электрическому вектору возбуждающего излучения таким образом, чтобы регистрировались компоненты A_g и B_{1g} одновременно. Во избежание перегрева мощность на образце не превышала 3—5 мВт.

Экспериментальные спектры КР для $M=\text{La}$, Sm , Eu , Y , Ho , Gd , Er приведены на рисунке. Достаточно большая полуширина ($\Delta\nu \approx 40 \text{ см}^{-1}$)



Спектры комбинационного рассеяния соединений $\text{MBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$.

1 — La, 2 — Sm, 3 — Eu, 4 — Y, 5 — Ho, 6 — Gd, 7 — Er.

линии полносимметричных колебаний атома O4 указывает, что образцы неоднородны по содержанию кислорода, что согласуется с большими полуширинами зависимости $\chi(T)$. Видно, что по мере увеличения ионного радиуса частоты полносимметричных колебаний атомов O4 и Cu2 растут, в то время как частота B_{1g} компоненты колебаний O2, O3 уменьшается. Относительно поведения частот полносимметричных мод A_g атомов Ba и O2, O3 из-за недостаточно хорошего качества спектров трудно сделать однозначный вывод. Однако относительное изменение частот данных мод при замене иона РЗЭ слабее. Более сильное относительное изменение частоты колебаний атома O4, расположенного от РЗЭ значительно дальше, чем атомы O2, O3, может быть истолковано как неоднородная деформация элементарной ячейки, при которой барьерные кубы сжимаются с заменой РЗЭ. О том, что перовскитные кубы, составляющие элементарную ячейку соединения «1—2—3», имеют различную сжимаемость, свидетельствуют и различные параметры Грюнайзена для колебаний O4 и O2, O3 [11]. Интересно сравнить влияние на КР активные компоненты фононного спектра замены РЗЭ с изменением содержания кисло-

рода x в $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ [12]. В то время как первое приводит к большим изменениям частот полносимметричной A_g моды атома O4 и валентно-деформационной моды B_{1g} , второе не оказывает значительного влияния на B_{1g} компоненту, но сильно меняет частоты полносимметричных колебаний.

Л и т е р а т у р а

- [1] Кулаковский В. Д., Мисочко О. В., Тимофеев В. Б. и др. Письма в ЖЭТФ, 1987, т. 46, № 11, с. 460—462.
- [2] Баженов А. В., Гаспаров Л. В., Кулаковский В. Д. и др. Письма в ЖЭТФ, 1988, т. 47, № 3, с. 162—165.
- [3] Liu R., Thomsen C., Kress W. et al. Phys. Rev. B, 1988, vol. 37, N 8, p. 3876—3884.
- [4] Kulakovskii V. D., Misochko O. V., Timofeev V. B., Emel'chenko G. A. Proc. of Interlaken Conference, 1988.
- [5] Macfarlane R. M., Rosen H., Seki H. Sol. St. Commun., 1987, vol. 63, N 9, p. 831—834.
- [6] Liu R., Cordona M. et al. Sol. St. Commun., 1987, vol. 63, N 9, p. 839—841.
- [7] Cordona M., Thomsen C. et al. Sol. St. Commun., 1988, vol. 65, N 1, p. 71—75.
- [8] Мержанов А. Г., Боровинская И. П. ДАН СССР, 1972, т. 204, № 2, с. 366—369.
- [9] Beno M. A. et al. Appl. Phys. Lett., 1987, vol. 51, p. 51—57.
- [10] Barbillat J., Dhamelincourt P., Delhaye M. J. de Physique, 1984, vol. 45, N 2, p. C2—C255.
- [11] Syassen K. et al. Proc. of Interlaken Conference, 1988.
- [12] Thomsen C., Cordona M. et al. Sol. St. Commun., 1988, vol. 65, N 1, p. 55—58.

Институт физики
твёрдого тела АН СССР
Черноголовка
Московская область

Поступило в Редакцию
6 июля 1988 г.

УДК 548 : 4

Физика твёрдого тела, том 30, в. 11, 1988
Solid State Physics, vol. 30, № 11, 1988

АНИЗОТРОПИЯ ПОДВИЖНОСТИ ВИНТОВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ В КРИСТАЛЛАХ АНТИМОНИДА ИНДИЯ

В. И. Барбашов

Отсутствие центра симметрии в структуре сфалерита приводит как к появлению анизотропии механических свойств [1], так и к существованию α - и β -дислокаций [2]. Различие динамических характеристик 60° -ных α - и β -дислокаций связывается с их электрической активностью, обусловленной существованием оборванных связей [3]. С целью выделения только анизотропных свойств кристалла с решеткой сфалерита в настоящей работе исследуются динамические свойства изолированных винтовых дислокаций, не имеющих оборванных связей. В отличие от [3] здесь проводится раздельное изучение подвижностей винтовых дислокаций с учетом направления их скольжения.

Эксперименты выполнялись на кристаллах антимонида индия n -типа с концентрацией теллура $1.0 \cdot 10^{15}$ и $2.9 \cdot 10^{17}$ см $^{-3}$. Источниками дислокационных петель при изгибе образца относительно оси $\langle 11\bar{2} \rangle$ служили поверхностные дефекты и микронеоднородности внутри кристалла. При индуцировании свежих дислокаций уровень внешнего напряжения и температура подбирались таким образом, чтобы на поверхность образца (111) выходили преимущественно винтовые сегменты изолированных полупетель, расположенных в плоскостях скольжения $(\bar{1}11)$ и $(1\bar{1}1)$, векторы Бюргера которых были $\langle 101 \rangle$ и $\langle 110 \rangle$. В этом случае каждая полупетля диаметром не менее 80 мкм состояла из двух параллельных винтовых дислокаций, замкнутых в глубине кристалла короткой 60° -ной α -дислокацией [3]. Пробеги дислокаций при напряжениях $\tau < 7.5$ МПа измерялись только