

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СПЕКТРЫ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ КРИСТАЛЛА $Ba_{0,50}Sr_{0,50}Nb_2O_6$

В. С. Горелик, Х. Ш. Рустамов, Ю. С. Кузьминов и
М. М. Сущинский

1. Введение

В ряде работ [1, 2] сообщалось о влиянии различного рода примесей на диэлектрические свойства сегнетоэлектрического кристалла ниобата бария—стронция $Ba_xSr_{1-x}Nb_2O_6$ (НБС) ($0.25 \leq x \leq 0.75$). В частности [2], при введении небольшого количества ($\sim 1\%$) примесей La_2O_3 в НБС ($x=0.50$) наблюдалось снижение температуры Кюри на $40^\circ C$.

Поскольку диэлектрические [3] свойства сегнетоэлектриков тесно связаны с динамикой кристаллической решетки, исследование спектров комбинационного рассея-

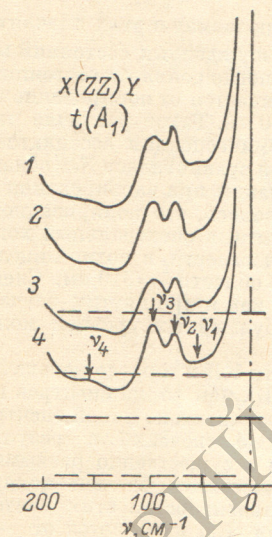


Рис. 1. Низкочастотная область спектров КР при $X(ZZ)Y$ геометрии кристаллов НБС ($x=0.50$), легированных примесями La_2O_3 , Tu_2O_3 и Y_2O_3 , записанных при $T=294 K$.

- 1 — НБС: La_2O_3 ($x=0.50$),
- 2 — НБС: Tu_2O_3 ($x=0.50$),
- 3 — НБС: Y_2O_3 ($x=0.50$),
- 4 — НБС ($x=0.50$).

Исследуемые образцы представляли собой ориентированные прозрачные монокристаллы, вырезанные в виде параллелепипедов с размерами $3 \times 3 \times 4$ мм; наибольшая сторона была параллельна направлению спонтанной поляризации. Методика записи спектров КР, а также вид тензора КР были описаны нами ранее [4]. На рис. 1 представлены низкочастотные спектры КР при $X(ZZ)Y$ геометрии, записанные для нелегированного кристалла НБС ($x=0.50$) и кристаллов НБС ($x=0.50$) с примесями La_2O_3 , Tu_2O_3 , Y_2O_3 . Горизонтальные штриховые линии на спектрограммах соответствуют уровню фона. Как видно из приведенных спектрограмм, при введении примесей редкоземельных элементов наблюдается возрастание интенсивности комбинационного максимума ν_2 относительно ν_3 . При этом наибольшее изменение наблюдается у образцов НБС: La_2O_3 .

Нами были выполнены также температурные исследования ($T=20 \div 200^\circ C$) спектров КР $A_1(t_0)$ фононов кристаллов НБС и НБС, легированных примесями La_2O_3

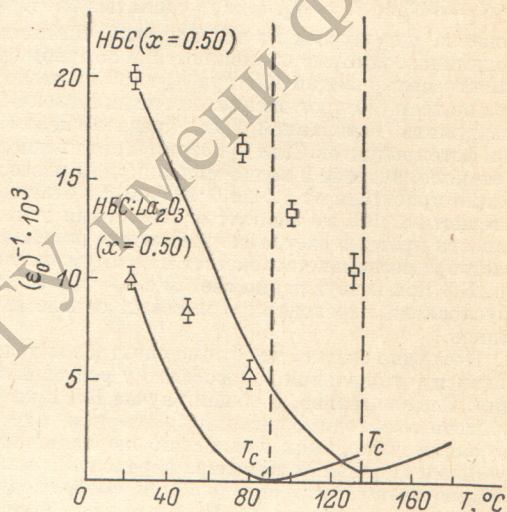


Рис. 2. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости ϵ_{0z}^{-1} кристаллов НБС ($x=0.50$) и НБС: La_2O_3 ($x=0.50$).

Сплошные кривые — данные [2], треугольники и квадраты — результаты вычислений, согласно соотношению (1).

ния (КР) кристаллов НБС с примесями может дать ценную информацию о природе этого явления.

В настоящей работе сообщаются результаты исследования спектров КР кристалла НБС ($x=0.50$) с добавками редкоземельных элементов La_2O_3 , Tu_2O_3 , Y_2O_3 .

при концентрации $x=0.5$. На основе полученных спектров была сделана попытка проверить выполнимость соотношения Лиддена—Сакса—Теллера (ЛСТ) в рассматриваемом случае. Это соотношение может быть представлено в следующем виде [3]:

$$\epsilon_{0Z} = \frac{A}{\prod_{j=1}^n \Omega_{ij}^2}, \quad (1)$$

где $A = \epsilon_{\infty Z} \prod_{j=1}^n \Omega_{ij}$ — константа, ϵ_{0Z} , $\epsilon_{\infty Z}$ — статическая и высокочастотная диэлектрические проницаемости, Ω_{ij} и Ω_{li} — частоты поперечных и продольных оптических колебаний. При этом нами было сделано допущение о том, что $\epsilon_{\infty Z} = n^2$ и частоты продольных колебаний Ω_{lj} не зависят от температуры. Константа A определялась исходя из прямых измерений ϵ_{0Z} [2] и частот Ω_{ij} при комнатной температуре. Используя данные температурных исследований для $A_1(t_0)$ фононов, мы построили температурный ход $\epsilon_{0Z}^{-1}(T)$, исходя из (1).

Результаты вычисления для различных температур представлены на рис. 2 в виде квадратов. На этом же рисунке для сопоставления приведены результаты прямых измерений $\epsilon_{0Z}^{-1}(T)$ [2] (сплошная кривая). Как видно из этого рисунка, ЛСТ-соотношение лишь качественно описывает температурный ход $\epsilon_{0Z}^{-1}(T)$ в рассматриваемых кристаллах. Существенное расхождение между результатами прямых измерений и вычислениями, согласно (1), вблизи сегнетоэлектрического перехода может быть объяснено сильной релаксацией $A_1(t_0)$ фононов при нагревании образцов НБС.

Были исследованы спектры КР НБС и НБС: La_2O_3 ($x=0.5$) для $X(YZ)Y$, $X(YX)Y$, $X(YY)Z$ поляризационных геометрий. При этом нами было обнаружено перераспределение интенсивности и незначительное смещение положения максимумов отдельных низкочастотных колебаний. При сравнении обсуждаемых спектров со спектрами КР НБС ($x=0.25$) обнаружилось, что они весьма похожи. Это свидетельствует о том, что введение примесей La_2O_3 приводит к таким же изменениям в спектре КР, как и при изменении концентрации.

Таким образом, нами обнаружено, что введение небольшого количества примесей La_2O_3 эквивалентно понижению концентрации в смешанном кристалле НБС. Установлено, что температурный ход диэлектрической проницаемости, вычисленной на основе ЛСТ-соотношений, не находится в согласии с результатами прямых измерений вблизи точки Кюри.

Полученные данные о характере изменения спектров КР кристаллов НБС при введении примесей могут быть использованы для осуществления контроля количества примесей при выращивании обсуждаемых кристаллов.

Литература

- [1] S. T. Liu, R. V. Maciulek, J. Electronic Materials, 4, 91, 1975.
- [2] П. А. Вайвод, В. В. Воронцов, Л. И. Ивлева, Ю. С. Кузьминов, О. Б. Макарова, Н. М. Ползков. ФТТ, 19, 3163, 1977.
- [3] W. Cochran. Adv. Phys., 9, 387, 1960.
- [4] В. С. Горелик, Х. Ш. Рустамов, Ю. С. Кузьминов, М. М. Сушинский. ФТТ, 19, 3291, 1977.

Поступило в Редакцию 21 февраля 1978 г.

УДК 535.34+539.194

ВЫЖИГАНИЕ ПРОВАЛОВ В СПЕКТРАХ ПОГЛОЩЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ДВУХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЕРЕХОДОВ С ПЕРЕКРЫВАЮЩЕЙСЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

В. Г. Маслов

В работах [1, 2] было обнаружено явление выжигания провалов в спектрах поглощения органических соединений под действием лазерного облучения при гелиевых температурах. В дальнейшем было найдено, что выжигание провала в 0—0-полосе поглощения обычно сопровождается появлением колебательных повторений в области вибронных 0—1-полос [3, 4]. Наблюдалось также возникновение провалов (как правило, нескольких) в 0—0-полосе при облучении в полосе 0—1 [5]. Эти наблюдения открывают новые возможности изучения колебательных частот возбужденных состояний, в том числе для веществ, находящихся в стеклообразных растворах, в которых в самих по себе не наблюдается хорошего разрешения колебательной структуры (как например, в средах Шпольского).