

## ОСОБЕННОСТИ ГИПЕРРЕЛЕЕВСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА ВБЛИЗИ ТОЧКИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ТИТАНАТА БАРИЯ

А.М. Агальцов, В.С. Горелик, В.Н. Моисеенко

УДК 535.361

*Обнаружено резкое возрастание интенсивности гиперрелеевского рассеяния света титанатом бария в приповерхностном слое толщиной  $\sim 0,1$  мкм в области сегнетоэлектрического фазового перехода.*

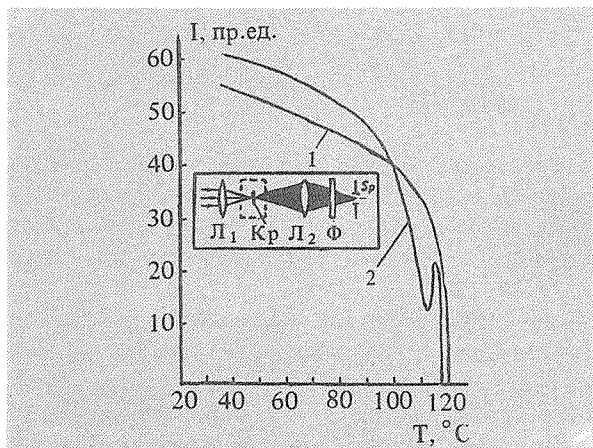
Температурная зависимость интенсивности рассеянного света вблизи точки фазового перехода в кристаллах дает информацию о характере "размягчения" кристаллической решетки [1, 2]. Новые возможности в этом направлении открывают исследования гиперрелеевского рассеяния света [3 - 5].

В работе приводятся результаты экспериментальных исследований интенсивности гиперрелеевского рассеяния света (ГРР) вблизи точки фазового перехода в приповерхностной области кристаллов титаната бария. Отделение сигнала, обусловленного поверхностью, от объемного сигнала ГРР обеспечивалось за счет того, что исследуемые кристаллы характеризовались сильным поглощением ( $\kappa \sim 10^5 \text{ см}^{-1}$ ) на частоте ГРР, оставаясь прозрачными для возбуждающего излучения.

Возбуждение ГРР осуществлялось с помощью лазера на парах меди с длиной волны генерации  $\lambda = 578,2$  нм, средней мощностью 1 Вт, пиковой мощностью  $10^4$  Вт, длительностью импульсов 20 нс и частотой их следования 8 кГц.

Принципиальная схема для наблюдения описываемых эффектов показана на рис. 1 (вставка). Лазерное излучение с помощью короткофокусного конденсора  $L_1$  направлялось на монокристаллическую пластинку титаната бария с поверхностью (001). Рассеянное на частоте второй оптической гармоники ( $\lambda = 289,1$  нм) излучение, выходящее из тонкого ( $\sim 0,1$  мкм) приповерхностного слоя монокристалла (схема "на просвет"), после светофильтра УФС-1 и конденсора  $L_2$  попадало на щель монохроматора МДР-2 и регистрировалось на его выходе с использованием фотоумножителя ФЭУ-71

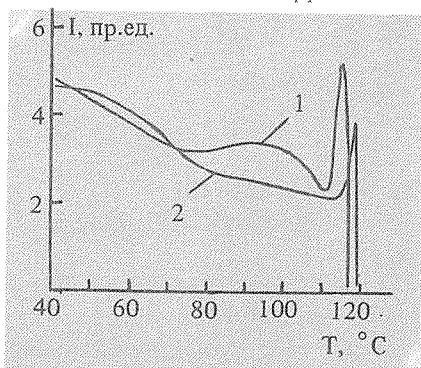
и системы счета фотонов. Исследуемые монокристаллические пластинки помещались в термостатируемую кювету с регулируемой температурой в области фазового перехода ( $T_c = 120^\circ\text{C}$ ). На двухкоординатном потенциометре записывалась зависимость  $I_{\text{ГРР}}(T)$  при медленном ( $\sim 1^\circ\text{C}/\text{мин}$ ) изменении температуры образца; температура измерялась с помощью термопары с точностью  $\sim 1^\circ$ . Исследования были проделаны для кристаллов без специально вводимых примесей и для образцов с примесями ( $\text{BaTiO}_3$ ;  $\text{BaTiO}_3:0,02\%\text{Co}$ ;  $\text{BaTiO}_3:0,1\%\text{Co}$ ;  $\text{BaTiO}_3:0,1\%\text{Bi}_2\text{O}_3$ ). Плоскость пластинки устанавливалась нормально к оптической оси установки (рис. 1, вставка) или под небольшим ( $3 \div 5^\circ$ ) углом к этой оси.



Р и с. 1. Температурная зависимость интенсивности ГРР в области фазового перехода в титанате бария: 1 — образец без специально вводимых примесей; 2 —  $\text{BaTiO}_3:0,1\%\text{Bi}_2\text{O}_3$ . На вставке показана принципиальная схема установки.

Полученные температурные зависимости ГРР для нормального положения пластинки приведены на рис. 1 и 2. Кривая, соответствующая образцу без специально вводимых примесей, имеет монотонный характер (рис. 1) и характеризуется резким уменьшением сигнала в области сегнетоэлектрического фазового перехода. Полученная при этом температурная зависимость в сегнетофазе хорошо коррелирует с температурной зависимостью квадрата спонтанной поляризации:  $I_{\text{ГРР}}(\Theta - T) \sim P^2(\Theta - T)$  ( $\Theta$  — температура сегнетоэлектрического перехода). Для образцов с примесями обсуждаемые зависимости приобретают немонотонный характер; в частности, в области фазового

перехода наблюдается резкий максимум интенсивности ГРР, положение и форма которого сильно зависят от концентрации и типа примеси. Кроме того, выяснилось, что величина этого максимума резко возрастает при отклонении плоскости пластинки образца от положения, при котором она ортогональна к оптической оси установки. С увеличением концентрации примесей величина максимума ГРР в области фазового перехода увеличивается, а вдали от него температурная зависимость  $I_{\text{ГРР}}$  становится более полойой.



Р и с. 2. Температурная зависимость интенсивности ГРР в образцах титаната бария с примесями: 1 –  $\text{BaTiO}_3:0,1\%\text{Co}$ ; 2 –  $\text{BaTiO}_3:0,02\%\text{Co}$ .

Наблюдаемый характер температурной зависимости интенсивности ГРР можно объяснить следующим образом. В сегнетофазе вклад в рассеяние на частоте второй оптической гармоники обусловлен двумя слагаемыми:  $I_{\text{ГРР}} = I_1 + I_2$ . Величина  $I_1$  характеризуется температурной зависимостью нелинейной восприимчивости кристалла при неподвижных ионах кристаллической решетки (статический вклад); величина  $I_2$  связана с вкладом мягкой оптической моды в гиперрелеевское рассеяние (динамический вклад). В последнем случае наибольший эффект возникает в самой точке перехода, когда частота мягкой моды обращается в нуль /5/. Вследствие резкого изменения  $I_1$  в точке перехода в кристалле без примесей критическое возрастание  $I_2$  оказывается малозаметным по сравнению с  $I_1$ . При наличии примесей интенсивность  $I_1$  уменьшается,  $I_2$  должна увеличиваться (особенно для малых углов рассеяния) вследствие резонансного взаимодействия мягкой моды с примесными модами (осцилляциями сверхрешеток, обусловленных примесями /6/). Обсуждаемое явление аналогично известному эффекту критического возрастания интенсивности центрального пика рассеяния нейтронов и квазиупругого рассеяния света вблизи точки фазового перехода в кристаллах /7/.

Таким образом установлено, что интенсивность ГРР от тонкого приповерхностного слоя монокристаллов титаната бария претерпевает резкие изменения в области фазового перехода, обусловленные изменением точечной симметрии кристалла и возрастанием динамических флуктуаций из-за размягчения кристаллической решетки. Показано, что введение даже небольшого количества примесей ( $< 0,02\%$ ) приводит к сильному возрастанию динамического вклада, приводящего к появлению резкого максимума в области фазового перехода.

Поступила в редакцию 21 февраля 1985 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург В.Л. УФН, 77, 621 (1962).
2. Гинзбург В.Л., Леванюк А.П., Собянин А.А. УФН, 130, 615 (1980).
3. Laizerowicz J. Solid State Commun., 3, 369 (1965).
4. Freund I. Phys. Rev. Lett., 19, 1288 (1967).
5. Balagurov B.Ya., Vaks V.G. Solid State Commun., 26, 189 (1978).
6. Косевич А.М. Физическая механика реальных кристаллов. Киев, Наукова Думка, 1981, с. 225.
7. Брус А., Каули Р. Структурные фазовые переходы. М., Мир, 1984, с. 274.