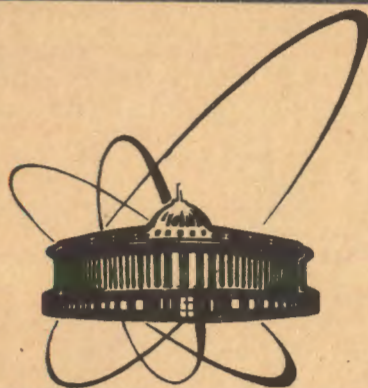


90-240



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

П-803

14-90-240

Ф.Прокерт*, А.М.Балагуров, А.И.Бескровный,
Б.Н.Савенко, Д.Сангаа

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМЫТОГО ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА
В КРИСТАЛЛАХ $Sr_xBa_{1-x}Nb_2O_6$ с $x=0,70$ И $0,75$
С ПОМОЩЬЮ РАССЕЯНИЯ НЕЙТРОНОВ

*
Центральный институт ядерных исследований АН ГДР,
Россендорф

1990

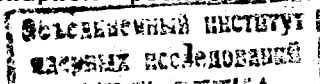
Введение

Особенности размытого фазового перехода (ФП) релаксационного типа в сегнетоэлектрическом монокристалле $\text{Sr}_{0.7}\text{Ba}_{0.3}\text{Nb}_2\text{O}_6$ (SBN-70) уже исследовались с помощью нейтронного рассеяния несколько лет тому назад^{/1/}. Недавно структурно-разупорядоченные кристаллы $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ (PMN) и $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$ (NBT) также были исследованы на нейтронном трехосном спектрометре^{/2/}. В PMN и NBT, так же как и для SBN-70, конденсацию сегнетоэлектрической мягкой моды в Г-точке зоны Бриллюэна не удалось обнаружить, но квазиупругий центральный пик инструментальной ширины был зарегистрирован. Очевидно, что это квазиупругое диффузное рассеяние связано с медленной (по сравнению с фононными частотами) релаксацией сегнетоэлектрических смещений. Используя зависимость интенсивности квазиупругого диффузного рассеяния от волнового вектора \vec{q} в окрестности вектора обратной решетки $\vec{\tau}_{hkl}$, для PMN и NBT были определены параметры статической корреляционной функции^{/2/}.

Представляет интерес определить параметры сегнетофлуктуаций в одноосном сегнетоэлектрическом смешанном кристалле системы SBN. Нами были проделаны эксперименты не только на кристалле SBN-70, но и на более разупорядоченном кристалле SBN-75.

Эксперименты и результаты

Исследования были выполнены на дифрактометре по времени пролета ДН-2 с позиционно-чувствительным детектором на импульсном реакторе ИБР-2 и на трехосном спектрометре TKSН-400 на стационарном реакторе в Россендорфе. Такая



комбинация позволяет, с одной стороны, локализовать области квазиупругого диффузного рассеяния в исследованной части (секторе) плоскости обратного пространства кристалла и, с другой стороны, измерить интенсивность рассеяния нейтронов в них для определенных волновых векторов вдоль соответствующим

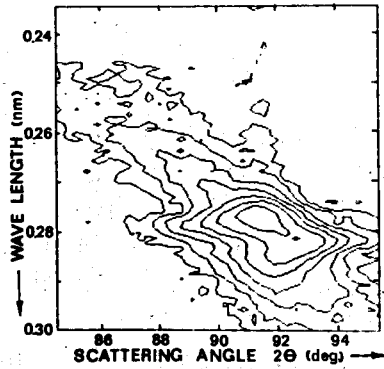


Рис.1. Карта уровней интенсивности для пика (002) кристалла SBN-75 в спектре по времени пролета при 523 К. Плоскость рассеяния $(\bar{1}10)$. Изолиниям соответствуют значения: 800, 400, 200, 100, 50, 25 и 12.

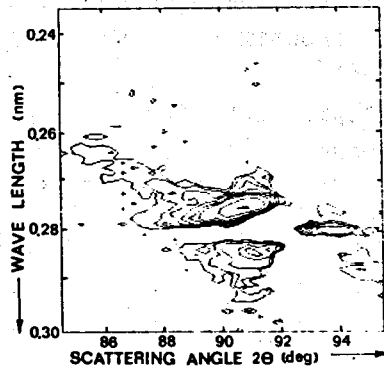


Рис.2. Карта уровней разности интенсивностей для пика (002) кристалла SBN-75 при 523 К и после охлаждения до комнатной температуры. Плоскость, рассеяния $(\bar{1}10)$. Изолиниям соответствуют значения: 500, 250, 125, 90, 35, 17 и 8.

образом выбранных направлений. Оба метода описаны ранее вместе с характеристикой смешанных кристаллов SBN-x^{1/3}. Образец SBN-75 имел размер 11×7×5 мм³ и образец SBN-70 10×10×10 мм³. На оба образца были напылены электроды из Al на грани (001).

В дифракционных спектрах от SBN-70 и SBN-75 присутствуют протяженные полосы диффузного рассеяния, особенно вокруг рефлексов типа (001) (рис.1).

Для изучения фазового перехода полезно выделить зависящую от температуры часть диффузного рассеяния. Эту часть можно наблюдать, нанося на карту интенсивностей разность двух спектров, измеренных при различных температурах. На рис.2 показано, что при охлаждении такая зависящая от температуры часть проявляется в виде заметных полос интенсивности, проходящих через брэгговские позиции.

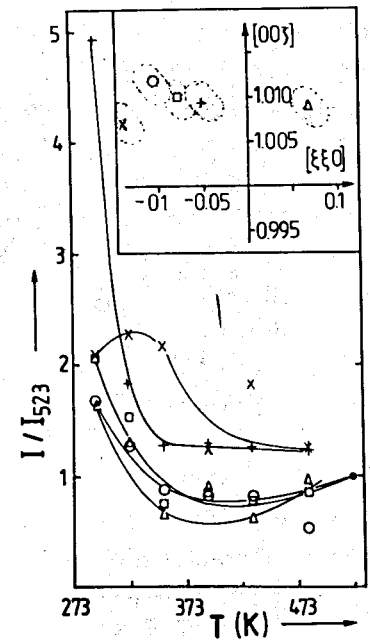
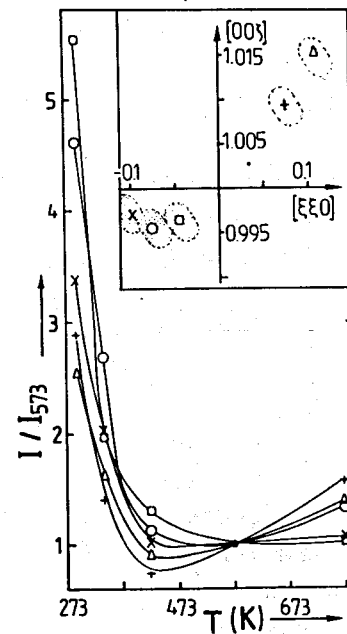


Рис.3. Температурная зависимость относительных интенсивностей диффузного рассеяния для различных значений φ вдоль [110] для некоторых участков вблизи пика (001).

а) для кристалла SBN-70, б) для кристалла SBN-75.

Преобразованная в обратное пространство, интенсивность таких диффузных полос локализована точно перпендикулярно полярным осям кристалла SBN. Из-за сдвига брэгговских позиций с температурой и изменений интенсивностей дифракционных пиков разностная картина дополнительно модулирована. Рис. 3 иллюстрирует температурную зависимость интенсивностей диффузного рассеяния для некоторых участков, локализованных около брэгговского пика (001) для SBN-70 и SBN-75. Интенсивности были определены суммированием по указанным маленьким областям. Для удобства сравнения различные компоненты интенсивности соотнесены со значениями, измеренными при 573 К и 523 К, соответственно.

В экспериментах с SBN-70 на спектрометре TKS-400 зависимость интенсивности квазиупругого диффузного рассеяния от волнового вектора была измерена при сканировании вдоль

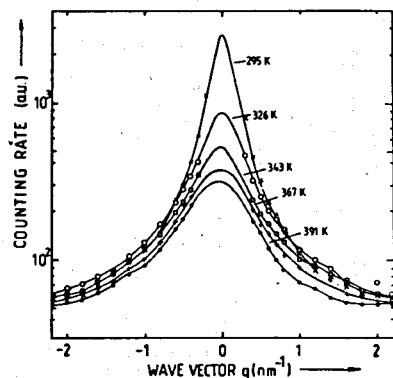


Рис. 4. Зависимость интенсивности квазиупругого диффузного рассеяния I от волнового вектора q для кристалла SBN-70 вдоль направления $[112]$ при различных температурах.

направления $[112]$ через точку (002) обратной решетки. На рис. 4 показаны экспериментальные результаты для пяти различных температур. Полученные результаты, после вычитания

фона и учета функции разрешения, хорошо описываются формулой Орнштейна-Цернике [4]:

$$I(q) \sim A / (q^2 + \kappa^2),$$

где κ — обратный радиус корреляции, $A = I_0 \kappa^2$, I_0 — интенсивность при $q=0$.

Аппроксимация экспериментальных данных соотношением Орнштейна-Цернике позволила определить температурную зависимость величин κ^2 , I_0 и $A = I_0 \kappa^2$. Результаты показаны на рис. 5.

Дискуссия

Из сравнения с результатов наших экспериментов на кристалле SBN-70 с результатами исследования PMN и NBT/2/ видно, что SBN-70 дает такое же линейное уменьшение κ^2 с температурой $\kappa^2(T) \sim (T - T_c)$, T_c — экстраполированная температура Кюри. Ниже 320 К начинается отклонение от линейности, что указывает на переход в область ниже T_c , в которой κ^2 больше не зависит от температуры. В этой области для PMN и NBT было найдено линейное увеличение параметра A , интерпретировавшееся как увеличение статического параметра порядка. На SBN-70 при комнатной температуре достигается только самое начало этой области. Эксперименты с охлаждением образца представляли бы интерес для дальнейшего изучения этого явления, так как можно ожидать продолжения изменения критического рассеяния при температурах существенно ниже T_c . Из рис. 5 видно, что выше T_c в согласии с классической теорией и опубликованными данными для PMN и NBT/2/ параметр A для кристалла SBN-70 не зависит от температуры.

Корреляционный радиус возрастает при увеличении температуры, приближаясь для SBN-70 к значению несколько сотен Å. Это сравнимо со значением, определенным для PMN, и согласуется с данными оптических измерений, полученными с помощью рэлеевского рассеяния на монокристалле SBN-70 [1].

Однако измерение упругого рассеяния не может дать какой-либо информации относительно динамических свойств полярных областей, порождающих неоднородное состояние кристалла. Отсутствие диффузного рассеяния вдоль полярной оси с одинаковым успехом может быть объяснено как особенностями

неупругого структурного фактора^{/3/}, так и наличием статических периодических смещений типа разупорядочения атомов вдоль подходящих направлений. Для одноосного

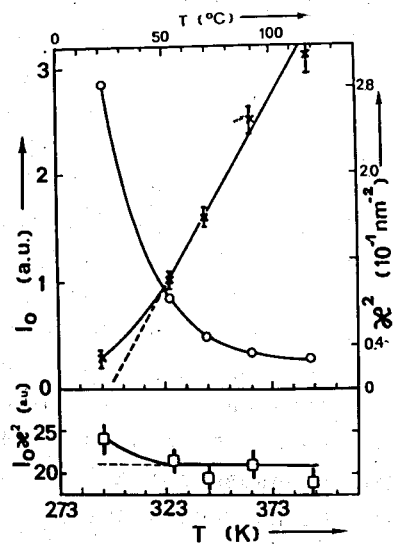


Рис. 5 Температурная зависимость параметров критического рассеяния на кристалле SBN-70. I_0 -(\circ), x^2 -(\times), $I_0 x^2$ - (\square).

сегнетоэлектрического кристалла SBN это разупорядочение можно ожидать вдоль полярной оси, что согласуется с наблюдаемой локализацией диффузного рассеяния перпендикулярно этому направлению.

Авторы благодарны И. Бому и Р. Шальге за предоставление кристаллов SBN, Х. Арндту и Г. Шмидту за многочисленные обсуждения и полезные советы.

Литература

- [1] F. Prokert and R. Schalge. *phys.stat.sol.(b)*., 1978, v.87, p.179.
- [2] Вахрушев С.Б. и др. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 1987, т.51, с.2142.
- [3] Balagurov A.M., Prokert F. and Savenko B.N. *phys.stat.sol.(a)*, 1987, v.103, p.131; *Ferroelectrics*, 1988, v.79, p.153 and p.307.
- [4] Изюмов Ю.А., Черноплеков Н.А. *Нейтронная спектроскопия*. М.: Энергоатомиздат, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 апреля 1990 года.