

Анизотропное диффузное рассеяние в сегнетоэлектриках релаксорах

Р. Г. Бурковский¹, С. Б. Вахрушев²

¹Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 292-79-21, эл. почта: rg.burkovsky@mail.ioffe.ru

²ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 292-79-21, эл. почта: s.vakhrushev@mail.ioffe.ru

Перовскитоподобные сегнетоэлектрические материалы уже более полувека широко используются в электронике и электромеханических системах. Для этих соединений характерны рекордные значения диэлектрической проницаемости, благодаря чему они заняли прочные позиции в индустрии многослойных конденсаторов и представляют значительный интерес для применения в качестве диэлектрических прослоек в микроэлектронике. Способность сегнетоэлектриков сохранять электрическую поляризацию позволяет конструировать на их основе модули энергонезависимой памяти, а их сильный пьезоэлектрический эффект используется как в прецизионных электромеханических преобразователях для сканирующих электронных микроскопов и оптических систем, так и в высокочастотных ультразвуковых устройствах для применения в медицине. Наилучшие характеристики демонстрируют перовскитоподобные соединения с общей формулой $\text{Pb}(\text{B}'_x\text{B}''_{1-x})\text{O}_3$, в которых В подрешетка беспорядочно заполнена атомами разного типа. Особенно привлекательные свойства могут быть получены, когда эти атомы — разновалентны. В таких составах наблюдается сильная частотная дисперсия диэлектрической проницаемости, свидетельствующая о большой роли релаксационных потерь, благодаря чему такие материалы были названы релаксорами. Релаксоры на порядок превосходят по своим диэлектрическим и пьезоэлектрическим характеристикам широко используемые сейчас керамики ЦТС и являются кандидатами для их замены. Однако, недостаточность понимания микроскопических механизмов, обуславливающих свойства релаксоров, представляет значительную трудность при создании новых материалов на их основе. В частности остаются неясными механизмы образования полярных нанобластей в макроскопически неполярной матрице релаксоров [1] и их взаимосвязь с областями локального химического упорядочения в В подрешетке.

В данной работе проведено исследование высокотемпературной фазы модельного релаксора магнониобата свинца методом диффузного рассеяния нейтронов. Методика основана на регистрации упругого рассеяния вблизи Брегговских отражений, которое возникает вследствие локальных искажений кристаллической решетки и является мощным инструментом для исследования металлических сплавов и других разупорядоченных соединений. Обнаружено, что высокотемпературное диффузное рассеяние, которое было открыто в релаксорах в 2004 году [2] в зонах Бриллюэна высокой симметрии, обладает значительной анизотропией в области обратной решетки с более низкой симметрией. Показано, что воспроизвести наблюдаемую анизотропию воз-

можно при помощи модели Хуанговского рассеяния, в рамках которой диффузное рассеяние вызвано изотропными упругими деформациями решетки за счет наличия дефектов типа вакансий или включений. Показано, что наблюдаемые интенсивности рассеяния свидетельствуют о наличии сильной экранировки деформаций решетки на характерных длинах порядка пяти элементарных ячеек за счет большой концентрации дефектов. Маловероятно, что элементарные дефекты типа атомных вакансий или включений присутствуют в высококачественных кристаллах релаксоров и, как следствие, наблюдаемые деформации решетки обусловлены иными механизмами. Мы предполагаем, что деформации возникают в результате образования наноразмерных областей, характеризующихся отходящим от среднего по кристаллу отношением концентраций ионов Mg^{+2} и Nb^{+5} , составляющих В подрешетку. Такие области, обладают избыточным зарядом, что приводит к изотропному сжатию окружающей решетки за счет кулоновского взаимодействия. Наличие электрически заряженных мезоскопических областей может выражаться в наблюдаемом подавлении сегнетоэлектрического фазового перехода и возникновении полярных нанобластей, обуславливающих необычные свойства сегнетоэлектриков релаксоров.

Литература

1. С. Б. Вахрушев, Р. Г. Бурковский, Физика твердого тела, 2009, /в печати/
2. H. Hiraka, S. -H. Lee, P. M. Gehring, G. -Y. Xu and G. Shirane, Phys. Rev. B, 70, 184105 (2004)