

БЕССВИНЦОВЫЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКИ

ABSTRACT: We propose to perform the neutron inelastic scattering measurements of the $KNN(Li)$ single crystal, to determine the macroscopic origin of the strong enhancement of the piezoelectric response and the 2-D mapping of the diffuse scattering intensity in the vicinity of (200), (300), (110), (220) (cubic perovskite notation) above and below T_c to prove the formation of nanoregions.

Свинец недавно был исключен из многих сфер применения и материалов в связи с токсичностью. Керамика на основе цирконата - титоната свинца (PZT) является пьезоэлектрическим материалом с высокими показателями, поэтому широко применяется в сенсорах и других электронных устройствах; но содержит более 60% свинца. Не смотря на то, что было сделано множество попыток найти бессвинцовую пьезоэлектрическую керамику, до недавних пор аналога PZT не существовало. Недавно бессвинцовая пьезоэлектрическая керамика с константами напряжения, вызванными полем, сравнимыми с PZT , была найдена [1]. Такие высокие показатели достигнуты благодаря открытию морфотропной фазовой границы в перовските $\{(K_{0.5}Na_{0.5})_{1-x}Li_x\}(Nb_{1-y}Ta_y)O_3$. Значения пьезоэлектрических констант в этой керамике d_{33} (вызванный заряд к единице силы, приложенной в том же направлении) более 300 пКл/Н (пС/Н). Материалы с $y=0$ уже демонстрируют очень высокие значения d_{33} , что указывает на связь увеличения пьезоэлектрической отдачи с допированием Li. Особый интерес представляет соединение $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$ (KNN). В KNN , конкурирующие ферроэлектрические и антиферроэлектрические взаимодействия сосуществуют. Свойства материала могут легко быть изменены допированием материала в тетрагональных или октаэдрических позициях. На рис. 1 показана зависимость значений d_{33} от концентрации для керамики [2]. Из рисунка видно, что допирование 6% Li утраивает d_{33} . На данный момент нет ясного объяснения этого эффекта. С момента первой публикации вышло довольно много работ, обсуждающих макроскопические свойства этих материалов. Тем не менее, нам не известны работы, связанные с изучением особенностей кристаллической структуры и динамики решетки. Одной из причин отсутствия данных по динамике решетки KNN и допированного KNN является сложность роста кристаллов. Недавно немецким коллегам удалось вырастить большой (порядка 1 см³) монокристалл KNN и Li-допированный KNN . Первые результаты исследования этих кристаллов опубликованы в [3]. При нагреве $KNN(Li)$ происходит структурный фазовый переход из орторомбической в тетрагональную фазу примерно при T_c (переход из ферроэлектрического в ферроэлектрическое состояние). Увеличение концентрации Li приводит к монотонному росту температуры фазового перехода, и поэтому увеличение d_{33} при комнатной температуре не может быть объяснено приближением к критической температуре.

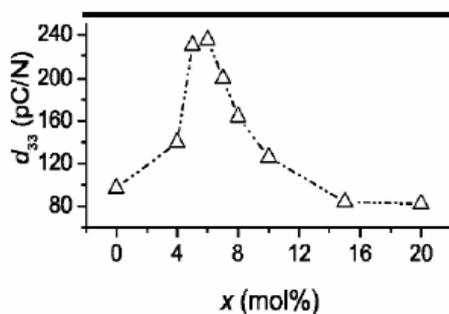


Рис. 1. Зависимость значений d_{33} от концентрации Li

Нами запланирован эксперимент по неупругому рассеянию нейтронов на монокристалле $KNN(Li)$, для определения макроскопической природы увеличения пьезоэлектрического эффекта.

С этой целью планируется:

1. Изучить акустическую и оптическую моды в центре зоны Бриллюэна при нескольких температурах в тетрагональной и орторомбической фазах. Эти измерения дадут информацию о микроскопическом

взаимодействии акустической и оптической мод и их температурной эволюции.

2. Аналогично результатам другого Li-допированного перовскита ($\text{KTaO}_3(\text{Li})$) можно предположить, что формируются полярные нанобласти, благодаря взаимодействию не центральных ионов Li через мягкую моду. Эти полярные нанобласти могут быть изучены при помощи анизотропного диффузного рассеяния вблизи некоторых пиков Брэгга [4]. Для проверки этой гипотезы будет выполнено построение 2-D картины интенсивности диффузного рассеяния в близи (200), (300), (110), (220) ниже и выше T_c .

ЛИТЕРАТУРА:

1. Y.Saito et al., Nature, 432, 84 (2004).
2. Y.Guo, Ken-ichi Kakimoto, H.Ohsato, APL, 85, 4121 (2004).
3. M.Davis, N.Klein, D.Damjanovic, Nava Setter et al., APL, 90, 62904 (2007).
4. G.Yong et al., PRB, 62, 14736 (2000).