

дефектов. При температурах вблизи 500 °С происходит расширение октаэдрических структур (AlO_6), что приводит к формированию анти-сайт дефектов в результате повышенной вероятности вхождения в октаэдрические узлы больших, по сравнению с ионным радиусом алюминия, катионов, таких как Mg или Si [2].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-42-660012.

1. Delbos S. EPJ Photovoltaics. 3. 35004 (2012).
2. Méducin F. American Mineralogist. 89. 981-986 (2004).

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И МИНИМИЗАЦИИ ВКЛАДА «ПРОГИБА» КАНТИЛЕВЕРА В ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СМПО-СИГНАЛ

Гимадеева Л.В.¹, Аликин Д.О.¹, Анкудинов А.В.², Ну Q.³,
Холкин А.Л.¹, Шур В.Я.¹

¹) Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия

²) Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

³) Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China

E-mail: Lv.gimadeeva@urfu.ru

IN-PLANE POLARIZATION CONTRIBUTION TO THE VERTICAL PIEZORESPONSE FORCE MICROSCOPY SIGNAL MEDIATED BY THE CANTILEVER “BUCKLING”

Gimadeeva L. V.¹, Alikin D.O.¹, Ankudinov A.V.², Hu Q.³,
Kholkin A.L.¹, Shur V.Ya.¹

¹) Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

²) Ioffe Institute, Saint Petersburg, Russia

³) Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China

Rigorous experimental/theoretical approach to measure and minimize the in-plane piezoresponse contribution to the vertical piezoresponse force microscopy signal is introduced. The laser beam focus position on the cantilever allowing suppressing the “buckling” contribution is revealed.

В настоящее время для визуализации доменной структуры и количественной оценки пьезоэлектрического отклика широко применяется метод силовой микроскопии пьезоэлектрического отклика (СМПО) [1]. Вертикальный СМПО-сигнал содержит вклады от смещения поверхности как вне плоскости, так и «в плоскости», которое приводит к изгибу и «прогибу» кантилевера, соответственно. Изгиб и прогиб представляют собой две различные моды колебаний кантилевера, которые не способна различать система регистрации атомно-силового микроскопа, что приводит к неверной интерпретации СМПО изображений.

В данной работе, показано, что при стандартном положении пятна лазера вблизи свободного конца кантилевера чувствительность к пьезоэлектрическому отклику “в плоскости” сопоставима с чувствительностью к вертикальному отклику. Таким образом, во многих зернах и доменах пьезоэлектрический отклик содержит две компоненты. Разработан точный математический подход, позволяющий разделять два этих вклада при помощи анализа СМПО-изображений, полученных для ориентаций образца 0° и 180° относительно оси кантилевера. Также предложен экспериментальный подход, позволяющий значительно уменьшить чувствительность системы регистрации к «прогибу» и, таким образом, измерять вертикальный сигнал без дополнительного вклада от «прогиба» кантилевера. Показано, что контраст СМПО-изображений одной и той же области на поверхности керамики титаната бария зависит от положения лазерного пятна на кантилевере: происходит инверсия фазы в некоторых из доменов. Для объяснения данного эффекта была измерена зависимость чувствительности кантилевера от положения лазерного пятна на кантилевере. Показано, что в точке вблизи центра кантилевера, чувствительность к «прогибу» стремится к нулю, что позволяет измерить сигнал без вклада от смещения «в плоскости». Зависимость фазы пьезоэлектрического отклика от положения лазера на кантилевере хорошо аппроксимировалась предложенной теоретической зависимостью.

Разработанный подход может быть использован для точного восстановления вектора пьезоэлектрического смещения, что имеет первостепенное значение для восстановления доменных структур и количественной характеристики распределения поляризации и локальных пьезоэлектрических свойств в сегнетоэлектрических материалах.

Работа выполнена с использованием оборудования УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ, при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 19-72-10076).

1. E Soergel. J. Phys. D. Appl. Phys. 44, 464003 (2011).
2. D.O. Alikin, L.V. Gimadeeva et al., Appl. Surf. Sc. 543, 148808 (2021).