

Статистическая дисперсия поля смещения в титанате бария

С.П. Зубко, Н.Ю. Медведева, П.А. Петрова

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Аннотация: в данной работе приведены результаты исследования встроенного поля, индуцируемого заряженными дефектами, а также приведены количественные оценки его влияния на диэлектрический отклик пленок титаната бария.

Ключевые слова: сегнетоэлектрик, встроенное поле, заряженные дефекты

Влияние таких факторов, как заряженные дефекты (заряженные границы зерен или кристаллитов), электрострикция при неоднородном механическом напряжении, «мертвые слои», приводит к неоднородности распределения смещающего поля в образце сегнетоэлектрика, что учитывается введением в модель диэлектрического отклика сегнетоэлектрика параметра, количественно равного нормированной статистической дисперсии смещающего поля ξ_S .

Результатом усреднения статической поляризации в сегнетоэлектрическом образце по напряженности смещающего поля E с использованием распределения Гаусса явилось введение в феноменологическую модель диэлектрического отклика сегнетоэлектриков [1], базирующуюся на теории фазовых переходов Ландау, функции $\xi = \sqrt{\xi_B^2 + \xi_S^2}$, где $\xi_S^2 = \langle E^2 \rangle / E_N^2$, E_N – нормирующее поле. Параметр ξ_S характеризует встроенное поле заряженных дефектов, являющееся источником остаточной поляризации в виртуальных сегнетоэлектриках, таких как SrTiO_3 , KTaO_3 , и являющихся источником диэлектрических потерь на высоких частотах [1]. Заряженные дефекты в сегнетоэлектриках со структурой перовскита индуцируются кислородными вакансиями, формирующими на границах зерен положительный заряд. Статистическая дисперсия поля смещения определяется в основном поверхностной плотностью данного заряда σ .

Основываясь на предположении о существовании прыжковой проводимости в системах со структурой перовскита и используя элементы теории полупроводников, в рамках феноменологической модели были построены зависимости поверхностной плотности зарядов на границах кристаллитов (границах зерен) сегнетоэлектрического образца [2] от размера зерна для пленки BaTiO_3 разного качества (большая величина параметра ξ_S говорит о низком качестве материала) (рисунки 1,2).

$$\sigma = \varepsilon_0 \varepsilon_{00} E_N^3 \sqrt[3]{54 \xi_S} \sqrt{\frac{6d}{l_d}}$$

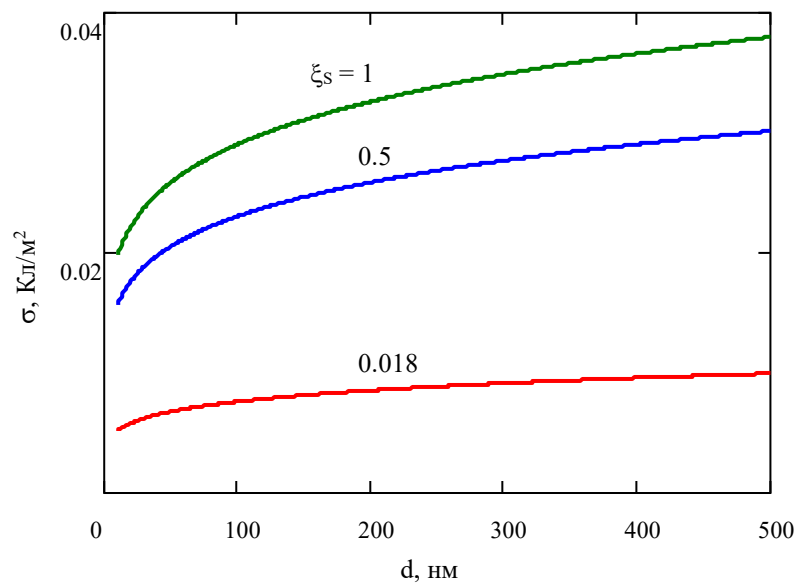


Рисунок 1. Поверхностная плотность заряда в функции от размера зерна (d) пленки BaTiO_3 и от параметра ξ_s

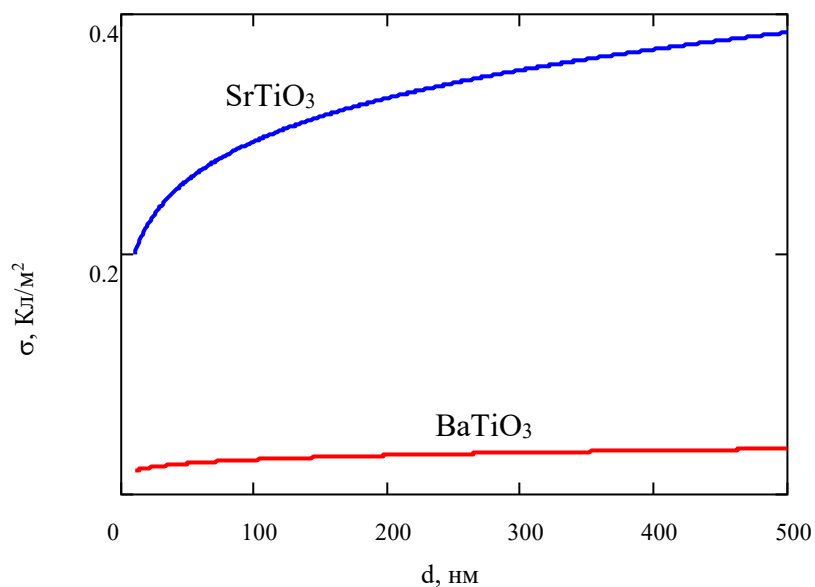


Рисунок 2. Поверхностная плотность заряда в функции от размера зерна (d) пленки BaTiO_3 и пленки SrTiO_3 при $\xi_s = 1$

Список литературы

1. Vendik O.G., Zubko S.P. Theory and Phenomena of Metamaterials (Handbook of Artificial Materials) (Oxford, UK: Taylor and Francis Group), edided by F. Capolino, 2009.
2. Vendik O.G., Ter-Martirosyan L.T. Influence of charged defects on the dielectric response of incipient ferroelectrics // *JAP* - 2000. – V. 87. – P. 1435-1439.