

Поляризационно-зависимый, но независимый от напряжения, член, можно рассматривать как «кажущийся» потенциальный барьер:

$$\Phi_{B,app}^0 = \Phi_B^0 - \sqrt{\frac{qP}{4\pi\epsilon_0^2\epsilon_{op}\epsilon_{st}}} \quad (10)$$

Таким образом, результаты, которые были определены из представления Шоттки (2)–(6), на самом деле есть величина $\Phi_{B,app}^0$, представленная в уравнении (10).

На основе экспериментальных данных была рассчитана величина поляризационного слагаемого $\sqrt{qP/4\pi\epsilon_0^2\epsilon_{op}\epsilon_{st}}$ в уравнении (10). За значение P в данном выражении взяли величину спонтанной поляризации из работы [6] – 100 мкКл·см⁻². Значение ϵ_{op} , определенное из ВАХ при различных температурах, считали равным 6. Значение ϵ_{st} использовали равным 200 – это средняя величина диэлектрической проницаемости при частоте 1 МГц и величине измерительного сигнала 40 мВ при больших (200 кВ·см⁻¹) смещающих полях (такие условия выбраны, чтобы уменьшить вклад доменного механизма в диэлектрический отклик) [2]. Таким образом, был оценен вклад поляризационного слагаемого в высоту потенциального барьера, равного приблизительно 0,4 эВ. Этим, по-видимому, и обусловлено различие в величинах потенциальных барьеров на интерфейсах PZT-Pt, рассчитанных из ВАХ и ВФХ, то есть значение ϕ_b , полученное из ВФХ, учитывает вклад спонтанной поляризации, а ϕ_b , определенное из ВАХ, нет.

Заключение

В работе выполнены исследования барьерных эффектов в конденсаторных структурах Pt/PZT/Pt. На основе экспериментально полученных ВАХ и ВФХ определена величина потенциального барьера на интерфейсе PZT-Pt: от 0,5 до 1,6 эВ методом ВФХ и от 0,5 до 0,7 эВ методом ВАХ. Определен вклад спонтанной поляризации сегнетоэлектрика в величину потенциального барьера на интерфейсе PZT-Pt, численно равный 0,4 эВ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-32-00420 мол_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каменщиков М.В., Солнышкин А.В., Богомолов А.А., Пронин И.П. Проводимость и вольт-амперные характеристики тонкопленочных гетероструктур на основе ЦТС // ФТТ. – 2011, т. 53, вып. 10, с. 1975-1979.
2. Kamenshchikov M.V., Solnyshkin A.V., Pronin I.P. Dielectric response of capacitor structures based on PZT annealed at different temperatures // Phys. Lett. A. – 2016, v. 380, p. 4003 – 4007.
3. Родерик Э.Х. Контакт металл-полупроводник: Пер. с англ./ Под ред. Г.В. Степанова. // – М.: Радио и связь, – 1982. 208 с.
4. Park B.H., Hyun S.J., Moon C.R., Choe Byung-Doo, Lee J., Kim C.Y., Jo W., Noh T.W. Imprint failures and asymmetric electrical properties induced by thermal processes in epitaxial Bi₄Ti₃O₁₂ thin films // J. Appl. Phys.. – 1998, v. 84, № 8, p. 4428 – 4435.
5. Maleto M., Pevtsov E., Sigov A., Svochina A. Polarization Switching and Dielectric Properties of PZT Structures // Int. Ferroelectrics. – 2002, v. 43, iss. 1, p. 65 – 70/
6. Pintilie L., Vrejoiu I., Hesse D., LeRhun G., Alexe M. Ferroelectric polarization-leakage current relation in high quality epitaxial Pb(Zr,Ti)O₃ films // Phys. Rev. B. – 2007, v. 75, p. 104103.