ПАВ ДАТЧИК ДЕФОРМАЦИИ НА ТОНКОЙ ПЛЕНКЕ BST

П.Е. Тимошенко[2], В.Б. Широков[1,2], В.В. Калинчук[1]

[1]*Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия*
[2]*Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону, Россия*
P.E.Timoshenko@GMail.com

Сегнетоэлектрические материалы благодаря своим уникальным нелинейным свойствам находят широкое применение в различных промышленно важных устройствах. Благодаря развитию микроэлектроники сегнетоэлектрические материалы все больше применяются в тонкопленочном исполнении. Нанесение пленки нелинейного материала на подложку приводит к изменению физических свойств пленки из-за разных величин термоупругих деформаций пленки и подложки. Этот факт дает возможность управлять свойствами пленки, меняя температуру нанесения тонкой пленки, подбирая материал подложки или ее ориентацию.

В работе представлена термодинамическая модель для пленки BST [1], нанесенной на кубическую подложку (001) среза, которая испытывает одноосную деформацию. Одноосная деформация приводит к аномальным изменениям материальных постоянных пленки. Наибольшие изменения происходят вблизи граничных значений деформации, характеризующих изменение фазового состояния пленки. Для фиксированной деформации несоответствия кристаллических решеток пленки и подложки вычислено поведение материальных постоянных при различной величине одноосной деформации [2].

С помощью пакета конечно-элементого моделирования COMSOL Multiphysics изучена возможность управления поверхностной акустической волной, возбуждаемой пленкой на ограниченной кремниевой подложке. Исследована генерация поверхностных акустических волн, возбуждавшихся в области двух частот 285 MHz и 522MHz. В области частот первого ПАВ резонанса изменение частоты при одноосном растяжении происходило в пределах 3MHz. Второй резонанс, 522MHz, соответствует возбуждению ПАВ с традиционным согласованием периода ПАВ и ВШП. Изменение частоты происходило более значительное, более 10 MHz. Такое усиление зависимости закономерно, так как волна 522MHz в большей степени, чем волна 285MHz, локализована в пленке.

Полученные результаты могут лежать в основе разработки деформационных МЕМС устройств. При статических деформациях это могут быть ПАВ датчики деформации, в которых деформации, вызванные внешними силами, воздействующими на имеющиеся неподвижные детали конструкции, влияют на изменение частоты. При динамических изменениях это могут быть датчики, контролирующие через изменение частоты амплитуду или скорость колебаний балки, на поверхности которой расположен ПАВ резонатор.

Литература

[1] V. B. Shirokov, Yu. I. Yuzyuk, B. Dkhil, and V. V. Lemanov, Phenomenological theory of phase transitions in epitaxial $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ thin films // Phys. Rev. B 79, 144118 (2009).

[1] Shirokov V. B.,. Timoshenko P. E, Pan'kin A. V., Razumnaya A. G. Tunable electromechanical properties of a barium strontium titanate ferroelectric film under an uniaxial stress // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control. -2020. – V.67 – P.2704-2709 . DOI: 10.1109/TUFFC.2020.3011591.