

---

# Диэлектрическое усиление в BaTiO<sub>3</sub> / SrTiO<sub>3</sub> / SrTiO<sub>3</sub> многослойных тонких плёнках, нанесённых на Pt / Ti / SiO<sub>2</sub> / Si подложки золь-гель методом.

Слизкова Алена Сергеевна,  
Немировец Александра Игоревна

Студенты Института инженерной физики и радиоэлектроники СФУ, Россия, Красноярск.

E-mail: [Alenka771@yandex.ru](mailto:Alenka771@yandex.ru)

Для любого конденсатора памяти DRAM или встроенного конденсатора, диэлектрический слой должен иметь высокую диэлектрическую проницаемость и низкий тангенс угла потерь. Обширные исследования были проведены для улучшения диэлектрических свойств сегнетоэлектрических тонких плёнок. Одним из перспективных методов является использование многослойных тонких плёнок или сверхрешёток, таких как BT / ST и BT / BST. Ху и др. [2] обнаружили, что BaTiO<sub>3</sub> / SrTiO<sub>3</sub> многослойные плёнки имели повышенную диэлектрическую проницаемость 1201, которая была более чем вдвое больше, чем Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> / Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> гомослоистые и равномерные Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> плёнки. Ху и др. [1] сообщили, что при частоте 1 кГц диэлектрические постоянные BaTiO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>3</sub>, BaTiO<sub>3</sub> (33 нм) / SrTiO<sub>3</sub> (33 нм), и BaTiO<sub>3</sub> (66 нм) / SrTiO<sub>3</sub> (66 нм) были 348, 270, 422 и 660, и касательные потери были ниже 0,05. В настоящее время, многослойные тонкие плёнки, в основном основаны на двоичной сегнетоэлектрической системе, в то время как несколько исследований были проведены для трехкомпонентной системе. В этом исследовании. BaTiO<sub>3</sub>/Ba<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>TiO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub> (BT / BST / ST, в качестве одной периодической структуры) многослойные тонкие плёнки наносились на подложки Pt / Ti / SiO<sub>2</sub> / Si с использованием золь-гель метода. Улучшенные диэлектрические свойства были исследованы.

Для того, чтобы произвести BT / BST / ST многослойные тонкие плёнки BT,ST и BST были синтезированы с помощью золь-гель метода. Исходные материалы были ацетат бария (Ba(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>), стронций ацетат (Sr(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>) и титана (IV), бутилат (Ti(OC<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>4</sub>). Соответствующие количества ацетата бария, стронция ацетат и их смеси (Ba-Sr соотношение 6: 4) растворяли в нагретой ледниковой уксусной кислоте (CH<sub>3</sub>COOH), соответственно. Эквимольные количества титана (IV) бутоксида добавляли в нагретую ацетилацетона (CH<sub>3</sub>COCH<sub>2</sub>COCH<sub>3</sub>). Затем ледниковые растворы уксусной кислоты, смешивали с соответствующими ацетилацетоне растворами и перемешивали для получения стабильных желтоватых растворов предшественников. Концентрацию каждого предшественника окончательно доводили до 0,15 моль / л, 0,2 моль / молекулярной массы/Земли 0,3 моль / л путём добавления соответствующего количества ледниковой уксусной кислоты.

Покрытие вращения использовалось, чтобы внести ST, BST и слои упорядоченные BT на подложки Pt / Ti / SiO<sub>2</sub> / Si. Каждый слой сушили при 120 ° C в течение 5 мин только после нанесения покрытия. Плёнки пиролизуются при 450 ° C в течение 10 мин, когда одна BT / BST / ST периодическая структура была закончена. И, наконец, образец подвергали отжигу при 700 ° C в течение 15 мин в атмосфере окружающей среды. В этой работе, общая толщина многослойных тонких пленок с 1,2,3 и 4 периодичностями были подтверждены, чтобы быть 208,254, 293 и 269 нм. соответственно.

Составы фазы образцов были идентифицированы с помощью рентгеновской дифракции (XRD, Rigaku RINT2000V). Для исследования диэлектрических свойств и емкостной плотности, Pt

кольцевые электроды с узором напыления и литографического процесса с образованием металл-изолированно- металл-конденсаторы. Диэлектрическая постоянная и потери были измерены с помощью измерителя точности LCR (HP 4284A).

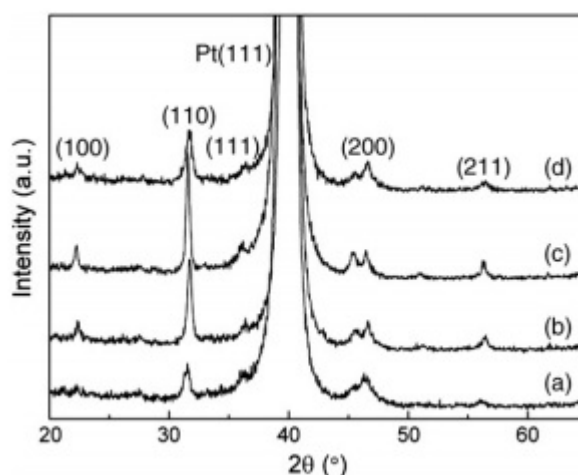


Рис.1 – Рентгенограммы BT / BST / ST многослойных тонких плёнок

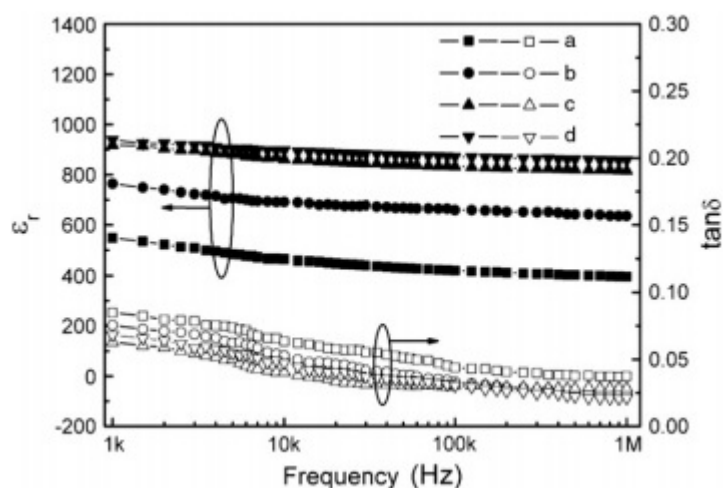


Рис.2 – показывает диэлектрическую проницаемость и диэлектрические потери в зависимости от частоты при комнатной температуре

Диэлектрическая проницаемость многослойных плёнок была значительно увеличена, и их утрата  $\tan\delta$  была почти такой же, как из однородных тонких плёнок [1,3]. На частоте 10 кГц диэлектрическая проницаемость многослойных тонких плёнок с 1,2,3 и 4 периодичностями была 465,691,862 и 897, соответственно. В течение всего испытательного диапазона частот, плотность ёмкости всех образцов оставалась на уровне нескольких мкФ / см<sup>2</sup>. Эти BT / BST / ST многослойные тонкие плёнки могут быть использованы в качестве многообещающих диэлектрических слоёв на основе кремния встроенных конденсаторов в пакете подложки.

#### Список литературы

1. Xu R, Shen MR, Ge SB, Gan ZQ, Cao WW. Thin Solid Films 2002;406:113–7.
2. Hu DZ, Shen MR, Cao WW. Microelectron Eng 2006;83:553–6.
3. Sharma HB, Sarma HNK, Mansingh A. J Mater Sci 1999;34:1385–90.
4. journal homepage: [www.elsevier.com/locate/matlet](http://www.elsevier.com/locate/matlet).