

УДК 537.9

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ МДМ-СТРУКТУР НА ОСНОВЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

К. т. н. М. С. Афанасьев, А. И. Георгиева, С. А. Левашов, д. ф.-м. н. А. Ю. Митягин,
д. ф.-м. н. Г. В. Чучева

Фрязинский филиал ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН
Россия, г. Фрязино
gvc@ms.ire.rssi.ru

Измерена температурная зависимость диэлектрической проницаемости МДМ-структуры на основе сегнетоэлектрической пленки. Установлено, что максимальное значение диэлектрической проницаемости при температуре 45°C в МДМ-структуре с сегнетоэлектрической пленкой $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3[001]$ составляет 840—890, а с пленкой $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3[111]$ — в два раза больше (1780—1840).

Ключевые слова: сегнетоэлектрическая пленка, МДМ-структура, диэлектрическая проницаемость.

Одной из важнейших характеристик сегнетоэлектрических пленок, которая позволяет использовать их в качестве активного материала в устройствах микро- и нано электроники, является зависимость диэлектрической проницаемости от температуры.

Актуальность работы заключается в исследовании температурной зависимости диэлектрической проницаемости сегнетоэлектрических пленок, реализованных на различных эпитаксиальных подслоях платины (Pt) [001] и [111].

В качестве объекта исследования была выбрана гетероэпитаксиальная МДМ-структура $MgO-Pt-Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3-Pt$. Температура фазового перехода из сегнетоэлектрического состояния в параэлектрическое для сегнетоэлектрика состава $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ равна 40°C, что удобно с точки зрения методики измерения и практического применения.

Задачей исследования является определение диэлектрической проницаемости сегнетоэлектрических пленок по различным кристаллографическим направлениям.

Цель работы — измерение зависимости диэлектрической проницаемости от температуры для двух типов гетероэпитаксиальных МДМ-структур $MgO[100]-Pt[001]-Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3[001]-Ni$ и $MgO[100]-Pt[111]-Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3[111]-Ni$.

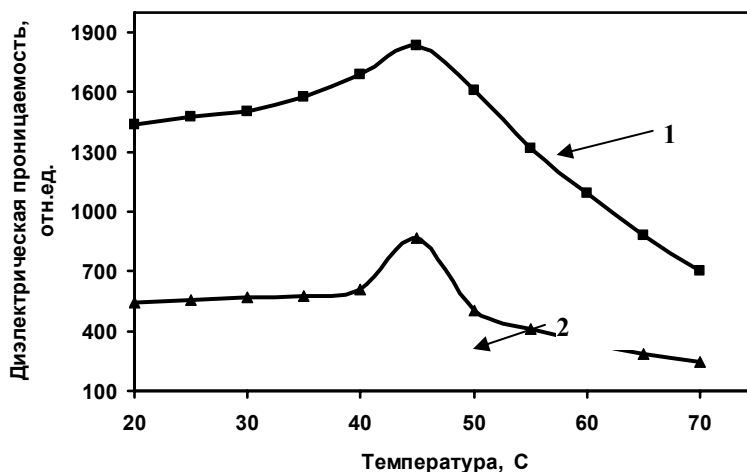
Нижний платиновый электрод Pt[001] или Pt[111] толщиной 0,5 мкм наносился на всю поверхность подложки $MgO[100]$ методом катодного высоковольтного распыления. Материалом верхнего электрода служил никель, осажденный на поверхность сегнетоэлектрика электронно-лучевым испарением. Диаметр верхнего электрода составлял 1,5 мм.

Сегнетоэлектрическая пленка толщиной 3,0 мкм состава $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ наносилась на нижний платиновый электрод методом высокочастотного распыления поликристаллической мишени в атмосфере кислорода. Конструкция установки и методика осаждения пленок аналогичны изложенным в [1] для структур сегнетоэлектрик—диэлектрик.

Вычисление диэлектрической проницаемости проводилось по методике и формулам для плоского конденсатора, изложенной в [2, 3].

Значения диэлектрической проницаемости усреднены по 10 образцам для каждого типа гетероэпитаксиальной МДМ-структуры. Наибольшие отклонения от среднего значения не превышали 10 %.

Измеренные зависимости диэлектрической проницаемости от температуры для двух типов МДМ-структур показали, что в структуре $MgO[100]-Pt[001]-Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3[001]-Ni$ фазовый переход из сегнетоэлектрического в параэлектрическое состояние проявляется более выражено, чем в структуре $MgO[100]-Pt[111]-Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3[111]-Ni$.



Температурная зависимость диэлектрической проницаемости гетероструктуры MgO[100] — Pt[111] — Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO₃[111] — Ni (1) и гетероструктуры MgO[100] — Pt[001] — Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO₃[001] — Ni (2)

Установлено, что максимальное значение диэлектрической проницаемости в МДМ-структуре с сегнетоэлектрической пленкой Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO₃[001] составляет 840—890 при температуре 45°C, а с пленкой Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO₃[111] — в два раза больше (1780—1840).

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 12-07-00662-а и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов».

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Афанасьев М. С., Иванов М. С. Особенности формирования тонких сегнетоэлектрических пленок Ba_xSr_{1-x}TiO₃ на различных подложках методом высокочастотного распыления. // ФТТ.— 2009.— Т. 51, № 7.— С. 1259—1262.
2. Hamano T., Towner D. J., Wessels B. W. Relative dielectric constant of epitaxial BaTiO thin films in the GHz frequency range // Appl. Phys. Lett.— 2003.— Vol. 83, N 25.— P. 5274—5276.
3. Suherman P. M., Jackson T. J., Tse Y. Y. et al. Microwave properties of Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO₃ thin film coplanar phase shifters // J. Appl. Phys.— 2006.— Vol. 99.— P. 104101-1—104101-7.

M. S. Afanasiev, A. I. Georgieva, S. A. Levashov, A. Yu. Mityagin, G. V. Chucheva.
The dielectric constant of MDM structures based on ferroelectric films

The temperature dependence of the dielectric constant of MDM structure based on ferroelectric films has been measured. It has been found that the maximum value of the dielectric constant in the MDM structure with the Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO₃[001] ferroelectric film is 840—890 at 45°C, while with the Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO₃[111] film it is twice as much (1780—1840).

Keywords: *ferroelectric film, MDM structure, dielectric constant.*