

сегнетоэлектрической о-фазы с замещением её на неполярную m-фазу. Соответственно, V_0 однозначно стабилизируют сегнетоэлектрические свойства. Было установлено увеличение остаточной поляризации при повышенных механических напряжениях, создаваемых более толстым верхним TiN электродом [9]. Поскольку осаждение верхнего электрода может изменить стехиометрию HfO_2 путём вытягивания O из слоя оксида, эффект механического напряжения также может быть связан с наличием кислородных вакансий.

Проблема нестабильности о-фазы, а значит и сегнетоэлектрического отклика и окна памяти, во время перезаписи информации, является одной из ключевых, которая стоит на пути внедрения FRAM в массовое производство. Для решения этой задачи предлагаются различные методики, такие как вариация примеси легирования и её концентрация [5, 10], подбор металлических электродов [11], а также предварительная подготовка поверхности металла перед осаждением сегнетоэлектрической плёнки [12]. Вариация этих подходов позволяет получить структуры на основе сегнетоэлектрических слоёв HfO_2 , выдерживающих до 10^{12} циклов перезаписи, что, в свою очередь, выдвигает FRAM на роль универсальной памяти.

Список публикаций:

- [1] T. Böске et al., *Appl. Phys. Lett.* 99, 10, 102903 (2011) and 99, 112904 (2011).
- [2] X. Sang et al., *Appl. Phys. Lett.* 106, 162905 (2015).
- [3] M. Pešić et al., *Adv. Funct. Mater.* 26, 4601 (2016).
- [4] E. Grimley et al., *Adv. Electron. Mat.* 2, 1600173 (2016).
- [5] U. Schroeder et al., *Jap. J. of Appl. Phys.* 53, 08LE02 (2014)
- [6] M.H. Park, U. Schroeder, *Root causes for Ferroelectricity in Doped HfO₂ in "Ferroelectricity in Doped HfO₂", Elsevier (2019).*
- [7] A. Pal et al., *Appl. Phys. Lett.* 110, 022903 (2017)
- [8] T. Mittmann et al., *Adv. Mater. Interfaces* 6, 1900042 (2019).
- [9] S. Kim et al., *Appl. Phys. Lett.* 111, 242901 (2017).
- [10] T.M. Zalyalov, D.R. Islamov, 2022 *IEEE 23rd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM)*, 48.
- [11] D. Islamov, T. Zalyalov, (under review).
- [12] S. Shi et al., *Nature Comm.* (under review).

Пассивирующие свойства пленок HfO_2 в зависимости от температуры осаждения на поверхность CdHgTe

Краснова Ирина Андреевна

Гориков Дмитрий Витальевич

Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН

Сидоров Георгий Юрьевич, к.ф.-м.н.

krasnovaia@isp.nsc.ru

Твердый раствор кадмий-ртуть-теллур CdHgTe (КРТ) широко применяется в науке и технике при исследовании топологических изоляторов, двумерного электронного газа, создании фотоприемных матриц ИК области спектра. Для любого применения необходимо пассивирующее покрытие. Известно [1], что оксид алюминия (Al_2O_3), выращенный методом плазменно-стимулированного атомно-слоевого осаждения (ПАСО) при 120°C , является хорошим пассивирующим покрытием для КРТ. Но в литературе по пассивации узкозонных полупроводников группы A_3B_5 показано, что диэлектрик HfO_2 обладает лучшими пассивирующими свойствами, чем Al_2O_3 . Стандартное температурное окно осаждения HfO_2 , при котором скорость роста за один цикл не зависит от температуры, лежит в диапазоне $160\text{--}340^\circ\text{C}$ и превышает допустимую для КРТ температуру нагрева в вакууме [2]. Однако, в литературе [3] показана возможность роста HfO_2 при более низких температурах, что позволяет использовать HfO_2 для пассивации поверхности КРТ. Но для этого необходимо подобрать оптимальную температуру роста HfO_2 . Таким образом, целью работы является определение оптимальной температуры нанесения на КРТ HfO_2 , методом ПАСО.

Эксперименты проводились на образцах КРТ р-типа, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии, с молярным составом Cd $x=0.22$. Образцы представляют собой кусочки одной пластины. Это позволило минимизировать разброс объемных параметров образцов (таких как состав, концентрация дефектов) с точностью до неоднородности пленки КРТ по площади пластины. Диэлектрик HfO_2 наносился методом ПАСО в камере FlexAl (Oxford Instruments). В качестве прекурсора использовался тетракис(этилметиламин) гафния (ТЕМАН), в качестве окислителя – удаленная кислородная плазма. Температуры роста составляли 80, 100, 120, 140 и 160°C . Количество циклов нанесения HfO_2 на всех образцах было одинаковым и составляло 200. Затем на полученных образцах изготавливались МДП-структуры, на которых измерялись вольт-фарадные характеристики (ВФХ) при температуре жидкого азота 77K . Измерения ВФХ осуществлялись при помощи прибора B1500A фирмы Agilent. Из измеренных ВФХ определились ёмкость диэлектрика, смещение положения