**Тонкие пленки оксидов хрома: химическое осаждение из газовой фазы, структура и магнитные свойства**

***Лю Чжипэн1, Грабой И.Э.2***

*Магистрант, 2 курс*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: 2636167493@qq.com*

Тонкие пленки оксидов хрома (CrO2 и Cr2O3) вызывают в последнее время повышенный интерес в связи с возможностью их применения в спинтронике в силу проявления различных магнитных свойств: CrO2 является ферромагнетиком со 100% спиновой поляризацией (Tс=391K), в то время как Cr2O3 проявляет антиферромагнетизм (TN~307 K) с возможность появления ферромагнитных свойств в напряженных пленочных структурах в районе комнатной температуры [1].

Эпитаксиальные пленки оксидов хрома на подложках из монокристаллического с-Al2O3 (0001) получали методом химического осаждения из паровой фазы (CVD) при атмосферном давлении в потоке кислорода в случае CrO2 и пониженном общем давлении в случае Cr2O3. Пленки исследовали с помощью рентгеновской дифракции в различной геометрии, КР-спектроскопии, просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения (HRTEM), магнито- и резистометрии.

Эпитаксиальный характер пленок был подтвержден рентгеновской дифракцией, в частности φ-сканированием. Для пленок Cr2O3 установлены следующие ориентационные соотношения: (0001)Cr2O3||(0001)Al2O3, [11-20]Cr2O3||[11-20]Al2O3. При этом понижение температуры осаждения до 800-650оС приводило к появлению в пленке Cr2O3 блоков, развернутых на 60о относительно нормали к плоскости интерфейса.

При осаждении пленок CrO2 было установлено, что в начале на подложке нарастает тонкий (~50 нм) эпитаксиальный слой Cr2O3, на поверхности которого в дальнейшем эпитаксиально осаждается CrO2. При этом наблюдали следующие ориентационные соотношения: (100)CrO2||(0001)Al2O3, [010]CrO2||[-12-10]Al2O3, [010]CrO2||[11-20]Al2O3 и [010]CrO2||[2-1-10]Al2O3. Это свидетельствует о трех вариантах ориентации ячейки CrO2 в плоскости интерфейса. Каждый из вариантов развернут относительно другого на 60о, что приводит к образованию блочной структуры пленки. Наличие слоя Cr2O3 и блочность пленки CrO2 были подтверждены данными КР-спектроскопии и HRTEM.

Исследование магнитных свойств пленок CrO2 на весах Фарадея показало, что гистерезис на полевой зависимости намагниченности при комнатной температуре практически отсутствует. При этом наблюдается небольшая анизотропия магнитных свойств при приложении магнитного поля в направлении параллельном и перпендикулярном плоскости интерфейса. Это обусловлено наличием у CrO2 оси легкого намагничивания в направлении [001].

Измерения полевой зависимости электрического сопротивления пленок CrO2 на с-Al2O3 от температуры показали отсутствие влияния направления магнитного поля на характер кривой ρ(Т) в отличие от пленок CrO2 на монокристаллическом рутиле в ориентации (100) TiO2 [2], что, вероятно, обусловлено блочной структурой пленок на сапфире.

**Литература**

1. Pankaj Bhardwaj, Jarnail Singh, Singh A.P., Choudhary R.J., Vikram Verma, Ravi Kumar. Observation of room temperature ferromagnetism in transition metal ions substituted p-type transparent conducting oxide Cr2O3 thin films // Materials Science and Engineering B. 2024. Vol. 299. 116990.

2. Anwar M.S., Aarts J. Anomalous transport in half-metallic ferromagnetic CrO2 // Physical Review B. 2013. V. 88. 085123.