**Синтез из газовой фазы эпитаксиальных плёнок NiO**

***Кошенкова Е.Д., Хафизов А.А.***

*Студент, 1 курс бакалавриата*

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

*E-mail: ekoshenkova5@gmail.com*

Материалы на основе оксида никеля активно изучаются в качестве полупроводников р-типа, в которых основными носителями заряда являются дырки. Монокристаллы NiO обладают химической стабильностью, широкой запрещенной зоной 3.7 эВ и высокой прозрачностью в видимой области. Кроме того, благодаря заметным электрическим, оптическим и магнитным свойствам большое внимание уделяется тонким пленкам NiO. Антиферромагнетизм NiO при комнатной температуре сделал этот материал перспективным в качестве элемента спинтронных тонкопленочных устройств. Эпитаксиально выращенные материалы имеют существенное преимущество из-за уменьшения количества структурных дефектов. Метод химического осаждения из газовой фазы с использованием металлорганических соединений (MOCVD) является перспективным методом получения тонких эпитаксиальных пленок. Целью данной работы является MOCVD-синтез эпитаксиальных пленок NiO на различных монокристаллических подложках.

Синтез плёнок NiO происходил методом MOCVD на двух установках, отличающихся типом подачи исходных соединений (прекурсоров) – порошковый сбросовый и растворный нитепротяжный. В качестве летучих прекурсоров использовали дипивалоилметанат никеля Ni(dpm)2 и синтезированный в работе ацетилацетонат никеля Ni(acac)2, состав и структуру которого подтверждали методами термогравиметрического анализа, ИК-спектроскопии и рентгеновской дифракции. При осаждениях тонких пленок NiO варьировались такие параметры, как температура осаждения (600-750°С), время осаждения (10-35 мин), концентрация прекурсора (1-10 ммоль/л) и тип монокристаллической подложки (MgO(001), с-Al2O3 и Gd3Ga5O12(111)). Фазовый состав и ориентацию полученных плёнок NiO определяли при помощи рентгеновской дифракции в различных геометриях (θ-2θ-сканирование и φ-сканирование). Толщину пленок определяли по данным рентгеновской рефлектометрии и сканирующей электронной микроскопии сколов.

По результатам рентгеновской дифракции плёнок NiO на подложке MgO(001) показано, что при осаждениях ниже 700°С происходит образование поликристаллических плёнок NiO. При температурах 700-750°С наблюдали образование эпитаксиальных пленок NiO в ориентации «куб-на-куб» с увеличенными параметрами элементарных ячеек, что связано с диффузией оксида магния в растущую пленку, поэтому подложка MgO(001) признана неподходящей для роста NiO. На подложке Al2O3(0001) плёнка NiO растёт эпитаксиально в ориентации (111); по данным рентгеновского φ-сканирования определено, что рост пленки происходит в виде двух эквивалентных доменов (вариантов), развернутых друг относительно друга на 60°. На гранатной подложке Gd3Ga5O12(111) пленка NiO растет в виде поликристаллической пленки. На всех подложках с ростом толщины интенсивность рентгеновских пиков пленки NiO увеличивается. Осаждения на различных MOCVD-установках приводят к получению тонких пленок NiO1-x с разным индексом кислородной нестехиометрии х, что также реализуется в различающихся параметрах элементарных ячеек и цвете этих пленок (бледно-зеленый и светло-серый).