

Магнитные свойства полупроводниковых пленок на основе оксида титана с магнитными примесями

Константинова Анастасия Сергеевна
студентка 5 курса кафедры магнетизма
физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
feanen@yandex.ru

Разбавленные магнитные полупроводники (РМП) рассматриваются в последнее время как перспективные материалы для элементов спинтроники. Оксидные РМП интересны в первую очередь тем, что они проявляют ферромагнитные свойства при комнатной температуре.

Нами были исследованы разбавленные магнитные полупроводники на основе оксида титана TiO_2 , представляющие собой тонкие пленки толщиной 0.2-0.3 мкм, полученные методом высокочастотного магнетронного распыления сплавной мишени в аргон-кислородной среде. Изменением парциального давления кислорода регулировалось удельное сопротивление пленок, в итоге оно варьировалось от 10^{-4} до 10^6 Ом·см. В зависимости от скорости осаждения структура пленок менялась от тетрагональной (анатаз TiO_2 и смесь анатаза и рутила TiO_2) до кубической (монооксид TiO), либо получались аморфные пленки. Анатаз и рутил являются полупроводниками, фаза TiO – полуметалл, а аморфные пленки проявляли металлическую проводимость. Установлено, что легирование Co и V приводит к электронной проводимости полупроводниковых пленок, при введении Fe пленки проявляли дырочный тип проводимости.

Исследования магнитостатических и транспортных свойств пленок показали, что ферромагнетизм в них наблюдается в определенном интервале удельного сопротивления [1]. Для каждой концентрации примеси этот интервал был разным. Это может быть обусловлено характером диаграмм фазового равновесия бинарных систем Ti с Co , Fe и V : тогда как в первых двух случаях наблюдается только ограниченная растворимость Co и Fe в Ti , в сплавах Ti с V имеет место область неограниченных твердых растворов.

Нами было установлено, что ферромагнетизм свежесоздаваемых пленок обуславливается формированием в них кластеров сверхкритического размера, содержащих магнитную примесь. Из структурных исследований был сделан вывод о влиянии температурной обработки на структурные и магнитные свойства пленок. Вакуумная закалка пленок $Ti_{1-x}Co_xO_2$ из области существования твердого раствора на основе $\beta-Ti$ приводит только к частичному переходу магнитной примеси в твердый раствор. В результате низкотемпературного вакуумного отжига пленок образуется метастабильный однофазный твердый раствор магнитной примеси в полупроводнике, ферромагнитный при комнатной температуре.

Измерение магнитного момента пленок с различными концентрациями магнитной примеси показало, что магнитный момент на атом растет с уменьшением концентрации. Так мы получили максимальный момент при концентрации кобальта 0.1% в пленке $Ti_{1-x}Co_xO_2$. При больших концентрациях величина момента резко уменьшается.

Работа поддержана грантами РФФИ № 06-02-16604-а, 07-02-00327-а и 07-02-91583-АСП.

[1] Балагуров Л.А., Ганьшина Е.А., Климовский С.О., Кобелева С.П., Орлов А.Ф., Перов Н.С., Sapekin A., Яркин Д.Г., Кристаллография, **50**, 686 (2005)