

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ

УДК 621.382.2

DOI: 10.17223/00213411/65/6/3

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ФЕРРОМАГНИТНОГО НИТРИДА АЛЮМИНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО НЕМАГНИТНЫМИ ПРИМЕСЯМИ

С.С. Хлудков¹, И.А. Прудаев¹, Л.О. Роот², О.П. Толбанов¹, И.В. Ивонин¹¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*² *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Представлен обзор литературы по легированию AlN немагнитными примесями (элементами I, II, III и IV групп обеих подгрупп и редкоземельными элементами), придающими ему ферромагнитные свойства. Детально рассмотрены магнитные и электрические свойства AlN. По данным теоретических и экспериментальных исследований, AlN, легированный немагнитными примесями, обладает ферромагнитными свойствами при температуре выше комнатной и является материалом, перспективным для спинтроники.

Ключевые слова: нитрид алюминия, магнитные свойства, температура Кюри, немагнитные примеси.

Введение

Нитрид алюминия обладает рядом важных физических свойств: высокой механической прочностью, температурной и химической стабильностью, хорошей теплопроводностью, высокой радиационной стойкостью [1–4]. Он является прямым полупроводником с большой шириной запрещенной зоны (6.2 эВ). На основе AlN и его твердых растворов создан целый ряд оптоэлектронных приборов, выпускаемых в промышленных масштабах, разрабатываются сверхвысокочастотные приборы, способные работать при высоких температурах [5, 6]. В то же время этот материал перспективен для использования в новой области техники – спинтронике [7, 8]. Для спинтроники необходимы материалы, обладающие ферромагнитными свойствами при комнатной температуре [7, 8]. Именно таким материалом является нитрид алюминия. К настоящему времени получен ферромагнитный AlN с температурой Кюри около 900 К [9].

Получению AlN, обладающего ферромагнитными свойствами разбавленного магнитного полупроводника (Diluted Magnetic Semiconductor (DMS)), посвящено большое количество как теоретических, так и экспериментальных работ. Основными примесями, обеспечивающими ферромагнитные свойства AlN при комнатной температуре, являются элементы переходных металлов, такие как Mn, Fe, Cr, Ni [10]. Однако природа ферромагнетизма в AlN, легированном переходными элементами, остается неясной: является ли ферромагнетизм собственным свойством материала или обусловлен ферромагнитными кластерами и включениями второй фазы на основе вводимых примесей, формирующихся в материале. Ответ на этот вопрос можно получить, проводя исследования по легированию AlN немагнитными примесями, так как включения немагнитных примесей не будут вносить ферромагнетизм, и ферромагнитные свойства можно считать собственным свойством материала.

В настоящей работе представлен обзор литературы по получению и исследованию нитрида алюминия и твердых растворов на его основе, легированных немагнитными примесями, которые придают материалу ферромагнитные свойства при комнатной температуре. Приводятся результаты исследования магнитных и электрических характеристик материалов, полученных и легированных разными методами. Обсуждается возможность использования их для изготовления устройств спинтроники. Представленные данные вносят вклад в понимание природы ферромагнетизма в легированных материалах на основе AlN.

Обзоры литературы по получению и исследованию AlN, легированного примесями переходных металлов, и ферромагнитным свойствам GaN и InN представлены в [10–12].

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>