

УДК 621.384

DOI: 10.17223/00213411/62/7/19

А.С. БУГАЕВ¹, А.В. ВИЗИРЬ¹, В.И. ГУШЕНЕЦ¹, А.Г. НИКОЛАЕВ¹, Е.М. ОКС^{1,2}, К.П. САВКИН¹,
Ю.Г. ЮШКОВ², А.В. ТЮНЬКОВ², В.П. ФРОЛОВА^{1,2}, М.В. ШАНДРИКОВ¹, Г.Ю. ЮШКОВ¹

ГЕНЕРАЦИЯ ИОНОВ БОРА ДЛЯ ПУЧКОВЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ *

Актуальность исследования процессов генерации пучков и плазмы, содержащих ионы бора, обусловлена их потребностью для ионно-пучковых и плазменных технологий модификации свойств поверхности не только полупроводниковых, но и конструкционных материалов. Это связано с тем, что соединения бора являются твердыми химически стойкими материалами и на их основе возможно создание упрочняющих и защитных покрытий поверхности широкой номенклатуры деталей. Представлены принцип работы и характеристики экспериментального оборудования, разработанного для генерации плазмы и пучков ионов бора для создания таких покрытий, а именно: источника ионов на основе вакуумной дуги с сепарацией изотопов бора в магнитном поле для осуществления высокодозной ионной имплантации, генератора плазмы с мишенью из бора для нанесения покрытий методом магнетронного распыления и форвакуумного электронного источника для синтеза на поверхности борсодержащих покрытий методом электронно-лучевого испарения.

Ключевые слова: ионы бора, плазма, ионный имплантер, электронно-лучевое испарение, тонкие пленки бора.

Введение

Актуальность исследования процессов генерации плазмы, содержащей ионы бора, обусловлена не только интересом к этой проблеме, как к задаче физики плазмы, но и практическим применением плазмы и ионных пучков бора в ионно-плазменных технологиях. Для генерации плазмы, содержащей ионы бора, традиционно используют ионизацию его газообразных соединений или паров содержащих бор материалов. Очевидно, что для получения чистых пучков ионов бора в этих случаях, требуется сепарация пучка от ионов примесей, которая реализуется в ионных имплантерах. Имплантеры ионов бора широко используются в технологиях легирования полупроводниковых пластин и поэтому ионные источники, применяемые в них, являются наиболее совершенными, но и технически сложными устройствами. В настоящее время для генерации пучков ионов бора в имплантерах чаще всего применяют современные модификации источника Фримана [1]. В качестве плазмообразующего вещества в таком источнике используется, например, газообразный трифторид бора (BF_3). Существуют две проблемы при таком способе генерации плазмы бора. Во-первых, накатный катод источника корродирует в атмосфере этого агрессивного газа, и, во-вторых, трифторид бора достаточно токсичен. Данные особенности затрудняют использование таких ионных имплантеров для широкого круга задач модификации поверхности конструкционных материалов. Проведенные ранее исследования [2] показали перспективность использования вакуумного дугового разряда с катодом из чистого бора. Но поскольку бор является широкозонным полупроводником, имеющим в нормальных условиях удельное сопротивление около 2 МОм·см, для стабильного инициирования и горения дугового разряда требуется нагрев катода приблизительно до 800 °С, при котором удельное сопротивление бора снижается до уровня 1 Ом·см. Такой метод генерации плазмы бора на основе вакуумной дуги был реализован в работах [3, 4] и представляется перспективным для использования в ионно-плазменных технологиях модификации поверхности материалов.

Генерация потока распыленных атомов бора для нанесения борсодержащих покрытий на поверхность может быть реализована в высокочастотном магнетронном разряде с мишенью из чистого бора [5]. Однако скорость нанесения покрытий в этом случае низкая и не превышает долей нанометров в минуту. В течение последнего десятилетия наблюдается значительный интерес к исследованиям реализации магнетронного разряда в режиме «самораспыления» мишени [6, 7], при котором скорости нанесения покрытий существенно выше, а доля ионов материала мишени в плазме разряда значительно превышает долю ионов рабочего газа. Реализация магнетронного

* Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 16-19-10034.

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>