

УДК 621.384

DOI: 10.17223/00213411/63/10/136

Я.Г. БРАУН

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ИОННЫМИ ПУЧКАМИ ОЧЕНЬ БОЛЬШОГО РАЗМЕРА

Модификация поверхности ионным пучком обычно проводится в лабораторных условиях, где скорость обработки не имеет большого значения. Тем не менее интересно обсудить возможности, которые могли бы позволить достичь существенного увеличения (на порядки) скорости обработки для применений в промышленности. Рассматриваются два возможных подхода к ионной модификации поверхностей очень большого размера – использование вакуумных дуговых источников с очень широким пучком и использование ионных источников, разработанных для создания интенсивных нейтральных пучков в рамках всемирных исследований в области термоядерного синтеза. Эти источники могут обеспечивать ток ионного пучка в диапазоне десятков ампер, и уже была продемонстрирована их работа в режиме квазипостоянного тока. Проанализирована также третья возможность – масштабная плазменная иммерсионная ионная имплантация. Представлены гигантские системы модификации поверхности ионным пучком, описываются их параметры и особенности конструкции, а также особенности их систем электропитания.

Ключевые слова: ионная имплантация, ионные пучки очень большого сечения, модификация поверхности, вакуумно-дуговая плазма.

Введение

Использование высокоэнергетических ионных пучков для модификации поверхности материалов является хорошо разработанной технологией. Наиболее развито и широко распространено применение ионной имплантации для изготовления полупроводниковых микросхем [1]. Другое важное применение – изменение и адаптация поверхностных свойств непроводниковых материалов, таких, как биоматериалы, полимеры, керамика и металлы [2]. Эти методы использования ионных пучков включают ионную имплантацию, обычно в диапазоне энергий 10–100 кэВ, а также ионное перемешивание и осаждение с помощью ионного пучка, преимущественно при несколько меньшей энергии ионов, в диапазоне 1–10 кэВ. Параметры обработки ионным пучком, такие, как требования к чистоте пучка, доступность широкого спектра видов ионов и облучение широким пучком, в отличие от сканирования пучка, как правило, весьма различны для модификации поверхности непроводников. Эта подотрасль – модификация поверхности ионным пучком для непроводниковых применений – еще не стала базовой промышленной технологией, хотя некоторые нишевые области уже сформировались. Тем не менее интересно и уместно рассмотреть вопрос о том, насколько осуществима или масштабируема существующая технология обработки материалов очень больших размеров. В настоящей работе мы рассматриваем эту проблему.

Существует несколько способов, с помощью которых может быть выполнена очень крупномасштабная обработка ионным пучком, такие, как использование вакуумно-дуговых источников широких ионных пучков и освоение ионных источников, и которые были разработаны для исследований контролируемого термоядерного синтеза. Другой подход заключается в масштабировании методики плазменной иммерсионной ионной имплантации (также называемой ионной имплантацией с источником плазмы, обозначенной сокращениями PIII, PI3 и PSII), особенно в сочетании с вакуумными дуговыми источниками металлической плазмы, поскольку такие источники очень эффективны и могут легко производить огромное количество плазмы.

Часть проблемы связана с особенностями электрической системы для управления этими большими ионно-лучевыми генераторами, в частности с проблемой изоляции мощной электроники при очень высоком напряжении. Альтернатива традиционному подходу обеспечивается установкой, в которой плазма и ее электронная схема заземляются, а ионный пучок формируется и энергетически вводится в пространство, запитанное высоким отрицательным потенциалом. Эта конфигурация, называемая «инвертированным ионным источником», сулит существенную материальную и технологическую экономию, обеспечивая существенное упрощение требований к электрической системе, управляющей ионно-пучковыми установками очень большого размера.

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>