

УДК 53.06

МНОГОЦЕЛЕВОЙ ИМПЛАНТЕР ДЛЯ РАЗВИТИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

И. А. Иванов¹, В. Т. Астрелин, А. В. Бурдаков, Р. В. Воскобойников,
А. И. Горбовский, А. А. Иванов, В. А. Капитонов, С. Г. Константинов,
К. Н. Куклин, С. В. Полосаткин, М. А. Тиунов

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН

Для обеспечения базовых операций полупроводниковых технологий и радиационного материаловедения в ИЯФ СО РАН разработан многоцелевой имплантер с мощными пучками ионов. Генерируемый ионный пучок имеет следующие параметры: элемент – H^+ , O^+ ; C^+ ; энергия ионов – до 200 кэВ, ток пучка – до 2 мА, режим имплантации – непрерывный. Размер мишени, устанавливаемой для обработки, может достигать 76×76 мм². Во время работы имплантера вакуум в мишенной камере достигает 10^{-4} Па. Весь процесс проведения облучения мишени полностью автоматизирован.

Ключевые слова: *полупроводниковые технологии, пучки ионов, имплантация ионов.*

Многоцелевой имплантер ионов кислорода и водорода разработан в ИЯФ СО РАН для обеспечения базовых операций полупроводниковых технологий и радиационного материаловедения: технологии кремний-на-изоляторе, исследования воздействия интенсивных ионных пучков на металлические мишени – приемники пучков в источниках нейтронов и гамма-квантов для медицины, систем безопасности и для термоядерного материаловедения.

Имплантер (см. рис. 1) позволяет проводить эксперименты с пучком ионов энергией до 200 кэВ и током на мишени до 2 мА. Пучок ионов формируется из плазмы ЭЦР

¹e-mail: I.A.Ivanov@inp.nsk.su

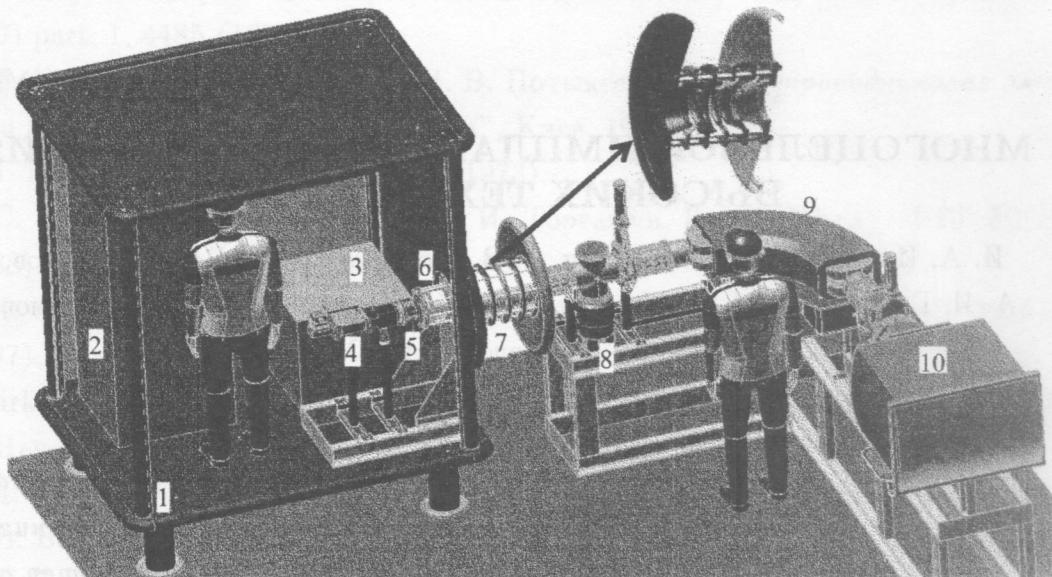


Рис. 1. Схема имплантера: 1 – высоковольтная клетка, 2 – шкаф питания и управления ионным источником, 3 – разделительный трансформатор, 4 – магнетрон, 5 – ЭЦР ионный источник, 6 – ионно-оптическая система, 7 – ускорительная трубка, 8 – откачной пост, 9 – поворотный магнит-сепаратор, 10 – тестовая камера.

источника, т.е. источника с электронно-циклотронным резонансным нагревом. Источник плазмы может работать сотни часов без заметной деградации. Пучок ионов H^+ (O^+ , C^+) формируется с помощью четырехэлектродной ионно-оптической системы с напряжением ускорения до 40 кВ. Ток пучка может достигать 2 мА в непрерывном режиме работы. При этом плотность тока может варьироваться в пределах 2–5 мА/см². Доускорение ионов до требуемой энергии (от 40 до 200 кэВ) осуществляется ускорительной секцией.

Для функционального использования данной установки облучаемая пучком мишень находится при земляном потенциале. Ионный источник с системой питания и системой автоматизации находится под потенциалом +200 кВ и располагается в высоковольтной клетке Фарадея. Электропитание осуществляется через 220 В разделительный масляный трансформатор, рассчитанный на нагрузку до 5 кВт.

Вакуумная откачка инжектора осуществляется через ускорительную трубку. Поэтому ее апертура рассчитывалась с учетом необходимой скорости откачки и газовой нагрузки инжектора. Ускорительная трубка имеет шесть электродов с изоляционными кольцами из ультрафарфора. Внутри трубки на электродах закреплены фокусирую-

щие диафрагмы, выполненные в форме конусов для прикрытия изоляторов от прямого воздействия света и частиц из области прохождения пучка. Первый электрод находится под максимальным потенциалом и состыкован с ионным источником, последний электрод находится под земляным потенциалом. Потенциалы по электродам разнесены равномерно с помощью делителя напряжения.

После ускорения ионного пучка до полной энергии разделение изотопов и примесей производится с помощью секторного 90° магнита-сепаратора. Расчет электрической прочности клетки Фарадея и ионно-оптических характеристик ускорительной трубки и поворотного магнита проводился с применением разработанных в ИЯФ СО РАН программ MAG-3D [1], SAM [2, 3] и POISSON-2 [4]. На выходе сепаратора установлен второй высоковакуумный откачной пост, обеспечивающий дифференциальную откачку. После откачного поста расположена вакуумная камера с подвижной мишенью и системой диагностик. Для получения сухого вакуума используются безмасляные турбомолекулярные насосы и форвакуумный спиральный насос. В результате в рабочем объеме достигается вакуум до 10^{-4} Па.

Для сканирования пучка по поверхности 76×76 мм² в горизонтальной плоскости используется развертка ионного 200 кэВ пучка с помощью магнита-сепаратора. Для вертикального позиционирования мишень может передвигаться с помощью сильфонного ввода движения. Выделяемая на мишени мощность от ионного пучка снимается водой, протекающей через держатель мишени.

Управление имплантером и контроль процесса имплантации полностью автоматизированы и осуществляются через консоль центрального компьютера.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. А. Тиунов and В. М. Фомел, Preprint Budker INP 83-150, 1983.
- [2] М. А. Тиунов, В. М. Фомел, and В. Р. Яковлев, *Proceedings of the XIII International Conference on High Energy Accelerators, Novosibirsk, 1987* (Новосибирск, ИЯФ им. Г.И. Будкера, 1987) v. 1, p. 353.
- [3] М. А. Тиунов, В. М. Фомел, and В. Р. Яковлев, Preprint Budker INP 96-11, 1996.
- [4] В. Т. Астрелин, В. Я. Иванов, *Автометрия* **3**, 92 (1980).

По материалам 3 Всероссийской молодежной школы-семинара "Инновационные аспекты фундаментальных исследований по актуальным проблемам физики" Москва, ФИАН, октябрь 2009 г.

Поступила в редакцию 12 октября 2009 г.