

УСТАНОВКА ДЛЯ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ МЕТАЛЛОВ

Ч.Карват¹, П.Жуковский¹, М.Козак¹, К.Кишак², Е.Лиськевич²

¹Люблинский технический университет, Польша

²Университет им. М. Кюри - Складовской, Люблин, Польша

В работе представлена конструкция узлов разработанной и введенной в эксплуатацию установки для модификации материалов, в которой можно реализовать разные методы ионной имплантации. Описана конструкция камеры мишени, позволяющей контролировать изменения электрических свойств металлов непосредственно в процессе имплантации.

1. Введение

Для модификации приповерхностных слоев металлов применяется несколько технологий, в которых используются пучки ионов средних энергий. Среди этих технологий находятся: ионная имплантация, вторичная имплантация, динамическое ионное перемешивание, двухпучковая ионная имплантация. Выше перечисленные технологии, в случае модификации металлов, требуют достаточно больших доз и возможности имплантации значительных поверхностей. Это, в свою очередь, означает необходимость использования больших величин ионного тока. Желательны также возможность регуляции температуры и контроль свойств имплантируемого слоя. На электротехническом факультете Люблинского технического университета сконструирована, изготовлена и введена в эксплуатацию установка, в которой реализованы поставленные выше цели. Ниже будут представлены конструкция и техническая характеристика установки.

2. Конструкция и основные характеристики ионно-оптической системы

Конструкция ионно-оптической системы и блок-схема энергоснабжения установки представлены на рис.1. Для генерации ионов газов (азот, аргон и др.) использован источник ионов с холодным катодом, описанный в работе [1].

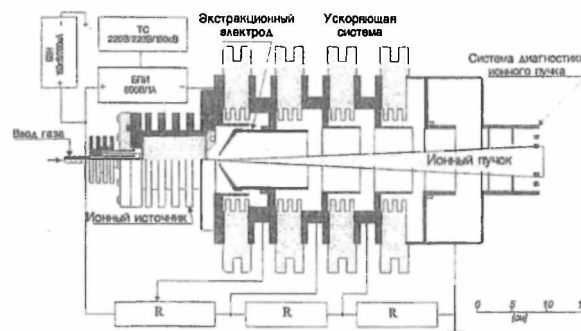


Рис.1. Схема ионно - оптической системы. БВН - блок высокого напряжения (до 150 кВ), БПИ - блок питания источника ионов (600В, 1А), ТС - трансформатор 220/220В с изоляцией первичной и вторичной обмоток на 150 кВ, R - делитель напряжения.

Ионы вытягиваются из источника с помощью экстракционного электрода и предварительно ускоряются до энергии около 30 кВ, после чего попадают в область окончательного ускорения. Она состоит из трех электродов цилиндрической формы и обеспечивает заданную форму и энергию ионного пучка. Далее расположена система зондов, с помощью которой осуществляется диагностика распределения ионов в поперечном сечении пучка. Управление параметрами пучка осуществляется путем изменения потенциала экстракционного электрода и электродов ускоряющей системы.

Положение и размеры электродов ускоряющей системы обеспечивают работу каждого из элементов при разнице потенциалов до 40кВ, а всей системы - до 150 кВ. Проведены предварительные исследования параметров работы источника ионов и ускоряющей системы. На рис.2 представлены зависимости ионного тока, измеренного в области мишени от потенциала экстракционного электрода.

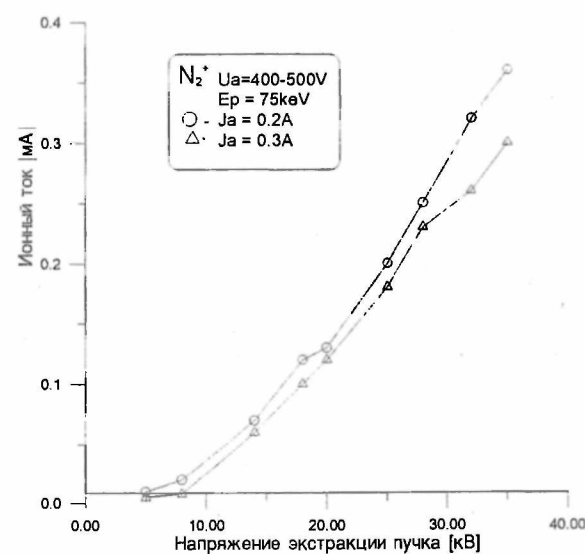


Рис.2. Зависимость ионного тока мишени от потенциала экстракции.

Полученные зависимости указывают на то, что для использованного электрода его рабочий потенциал должен находиться в интервале 20-30кВ.

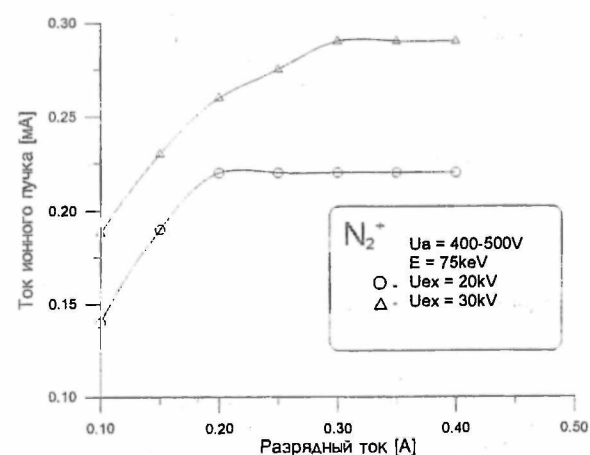


Рис.3. Зависимость ионного тока мишени от тока разряда ионного источника.

На рис. 3 представлена одна из основных характеристик источника ионов - зависимость ионного тока от тока разряда при разных потенциалах экстракционного электрода. Ионный ток измерялся на мишени, к которой был приложен антиэмиссионный потенциал около +150 В. Основные эксплуатационные характеристики установки оказались близкими к ранее полученным с использованием модели [2].

3. Система контроля электрических параметров ионно-имплантируемых слоев металлов

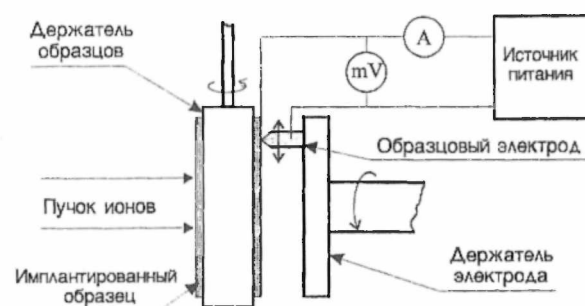


Рис.4. Система измерений электрических свойств образца непосредственно в процессе имплантации.

Мишенная часть установки запроектирована на основе патента [3] и позволяет производить измерения электрических свойств имплантируемого материала без напуска воздуха в камеру имплантатора (рис.4). Измерения polegаю на выполнении следующих операций:

- по достижении заданной дозы имплантации держатель поворачивают на 180° вокруг вертикальной оси,
- к образцу микрометрическим винтом прижимают образцовый электрод,
- включают источник питания и устанавливают заданное значение силы тока, протекающего через контакт имплантируемый образец - образцовый электрод (обычно 5 или 10 А),
- микрометрическим винтом устанавливают силу, прижимающую электрод, величину которой регистрирует тензодатчик а показывают электронные весы, милливольтметром измеряют падение напряжения на исследуемом контакте;
- полученная таким образом зависимость падения напряжения на контакте имплантируемый материал - образцовый электрод от силы его прижатия характеризует изменения свойств имплантируемого материала [4],
- по окончании измерений отодвигают образцовый электрод, поворачивают в исходную позицию держатель образцов и продолжают имплантацию до достижения следующей дозы.

Держатель электрода можно вращать вокруг горизонтальной оси, а сам электрод установлен эксцентрично. Благодаря этому можно проводить измерения в разных точках образца (до 30 - 40 точек).

На рис.5 представлены зависимости падения напряжения на контакте имплантируемый образец меди - образцовый электрод из индия от силы нагрузки на электрод. Зависимости для разных доз получены на одном образце без извлечения его из вакуумной камеры имплантатора. Как видно из рисунка, рост дозы приводит к изменению удельного сопротивления имплантированного слоя

вследствие происходящих в нем изменений структуры и химического состава.

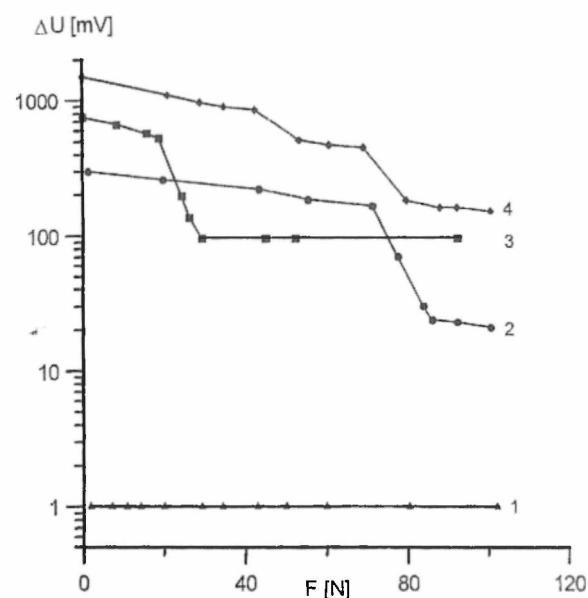


Рис.5. Зависимость падения напряжения на контакте имплантируемая медь - образцовый электрод из индия от силы нагрузки. Ионы N_2^+ , $E=70$ кэВ, $j=7$ мкА/см², $T=280$ К, доза имплантации: 1 - 0; 2 - $2 \cdot 10^{17}$ см⁻²; 3 - $4 \cdot 10^{17}$ см⁻²; 4 - $6 \cdot 10^{17}$ см⁻².

4. Заключение

Введенная в эксплуатацию установка в настоящее время проходит различные оптимизационные тесты.

Основные параметры установки:

- ионы N_2^+ , O_2^+ , и др.
- максимальная энергия ионов 150 кэВ
- плотность ионного пучка до 20 мкА/см²
- имплантируемая поверхность - до 50 см² при $T=80$ К, до 200 см² при $T=300$ К
- температура образцов от 80 К до 500 К
- стабильность ионного тока (1 час) < 5%
- неоднородность плотности тока < 10%
- время эксплуатации источника > 100 часов

Конструкция держателя образца позволяет охлаждать его жидким азотом, а также нагревать до температуры 500 К. В мишенной камере предусмотрена возможность монтажа испарителя, обеспечивающего проведение операции динамического ионного перемешивания. Существует также возможность проведения двухпучковых ионных имплантаций.

Список литературы

1. Kiszczak K. Cold Hollow Cathode Ion Source, II Intern. Symp. Ion Impl. and Other Application of Ions and Electrons, Kazimierz, s.31, 1998.
2. Karwat Cz., Zukowski P., Kiszczak K. Intern. Symp. Ion Impl. of Science and Techn. Nałęczow, s. 171, 1997.
3. Karwat Cz., Zukowski P., Liśkiewicz J., Komarow F. Устройство для измерения падения напряжения на имплантируемом контакте. Заявка на патент РП №314919, 1996.
4. Karwat Cz., Zukowski P., Partyka J.: Измерения параметров электротехнических проводящих материалов, имплантированных ионами. ИИИ школа - конференция "Компьютерная метрология" Загже, s. 283, 1998.

MACHINE FOR ION IMPLANTATION OF METALS

Ch.Karvat¹⁾, P.Zhukovsky¹⁾, M.Kozak¹⁾, K.Kishchak²⁾, E.Liskevich²⁾

¹⁾ *Lublin Technocal University, Poland*

²⁾ *M.Cury-Skladovskaya University, Lublin, Poland*

Construction of machine for modification materials was represented in this work and construction of target chamber was described.

