

соответствует стандартизированной «нулевой» группе прочности, адгезионная прочность $A = 0,5 \text{ Дж/см}^2$, микротвердость – не менее 250 кгс/см^2 . Покрытия выдерживают воздействие температур в диапазоне $-196 \dots +300 \text{ }^\circ\text{C}$ без изменения адгезионной прочности и являются влагостойкими.

Полученные результаты показывают, что ИА является эффективным технологическим методом, позволяющим улучшать эксплуатационные характеристики большинства оптических покрытий и обеспечивающим расширение возможностей тонкопленочной технологии.

УДК 621.5

Соловей И.А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИОННОГО ИСТОЧНИКА КАУФМАНА

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Бабук В.В.

Ионные источники – устройства для получения направленных потоков ионов. Ионные источники применяются в ускорителях, масс-спектрометрах, ионных микроскопах, установках разделения изотопов, ионных ракетных двигателях.

Существует несколько способов генерации ионных пучков, однако наиболее перспективный способ основан на извлечении ионов из плазмы.

Основными конструктивными элементами плазменных источников ионов являются: разрядная камера; катодный узел; ионно-оптическая система формирования пучка; магнитная система (в источниках с магнитным полем) система подачи рабочего вещества; вакуумная система; система электропитания; система контроля и управления.

Технические возможности ионно-лучевой установки во многом определяются типом ионного источника.

Назначением каждого источника является эффективное сообщение нейтральным атомам и молекулам вещества

такого количества энергии, какого было бы достаточно для отрыва внешних электронов.

Область применения и условия эксплуатации ионного источника накладывают определенные ограничения на конструкцию и параметры источника. Разработка и совершенствование конструкции плазменного ионного источника направлены на решение следующих задач: возбуждение разряда и обеспечение заданной концентрации заряженных частиц в газоразрядной камере, извлечение (экстракция) ионов из плазменного эмиттера, формирование ионного пучка с требуемыми энергетическими и оптическими характеристиками.

Ионный поток можно охарактеризовать следующими основными параметрами: общим током пучка; однородностью ионного потока; распределением ионов по энергиям относительно среднего значения; стабильностью тока; расходимостью пучка.

В источнике Кауфмана разряд локализуется между стенками анодного цилиндра, горячим катодом и системой экстракции. Осцилляция электронов в продольном магнитном поле и электрическом поле, образованном системой электродов, приводит к увеличению эффективности ионизации рабочего газа. Отличительной особенностью конструкции источника является наличие двух- или трехэлектродной многоапертурной ионно-оптической системы (ИОС).

Схема многолучевого источника с осцилляцией электронов (источник Кауфмана) представлена на рисунке 1.

Ионный источник Кауфмана по сравнению с другими имеет ряд существенных преимуществ: низкое напряжение разряда, благодаря чему ионный пучок содержит небольшое количество примесей (10-6%) и имеет малый энергетический разброс; механизм поддержания стационарного разряда позволяет применять многолучевое извлечение ионного пучка и работать с однородными потоками большого диаметра; осцилляция электронов позво-

ляет использовать низкое давление в разрядной камере, что снижает потери пучка и уменьшает загрязнение мишени; источник имеет высокий газовый к.п.д. (80 %) и высокий энергетический к.п.д.

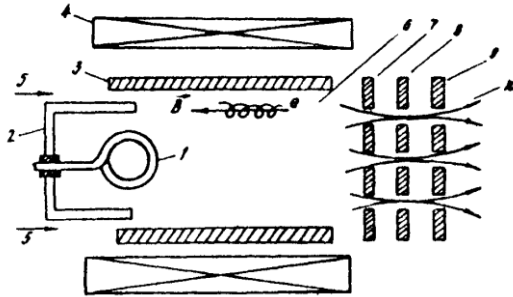


Рисунок 1 – Ионный источник Кауфмана:

1 – термокато́д, 2 – экран като́да, 3 – цилиндрический ано́д, 4 – соленоид, 5 – ввод рабочего газа, 6 – плазма, 7 – эмиссионный электрод, 8 – ускоряющий электрод, 9 – замедляющий электрод, 10 – ионный пучок

Типичные параметры технологического источника Кауфмана: ток ионов (Ar^+) 10 мА, напряжение разряда 20 В, напряжение на ускоряющем электроре 20кВ.

Однако этот источник имеет ряд недостатков конструкции: использование термокато́да ограничивает срок службы источника и не позволяет работать с химически активными рабочими веществами, кроме того, плазма в магнитном поле подвержена неустойчивостям, ухудшающим стабильность параметров ионного пучка и его оптические свойства.

Путиами улучшения конструкции этого ионного источника, может рассматриваться применение мультикатодной и мультиполюсной систем (рисунок 2). Активность использования эмитированных электронов зависит от конфигурации нити накала и размещения катодного узла в разрядной камере. Более равномерное распределение концентрации заряженных частиц и, следовательно, более однородные ионные потоки могут быть получены в источнике с

несколькими идентичными нитями накала, размещенными около стенок анодного цилиндра.

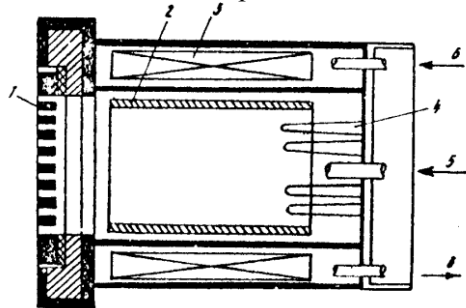


Рисунок 2 – Модернизированный ионный источник Кауфмана с мультикатодной системой:

1 – экстрактор, 2 – анод, 3 – электромагнит, 4 – система катодов (мультикатоды), 5 – напуск рабочего газа, 6 – водяное охлаждение

Ионно-оптическая система модернизированного мультикатодного ионного источника обеспечивает одновременную экстракцию и первичную фокусировку многопучкового потока; ускорение ионов до энергий 100 эВ – 2,0 кэВ; минимальные потери мощности пучка; минимальную эрозию сеток при длительной эксплуатации источника.

Применение ионных процессов позволяет повысить точность изготовления микроструктур и создать высокопроизводительное автоматизированное промышленное оборудование.

УДК 621.088

Станютко Д.О.

КОНТРОЛЬ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ РЕЗЦА ПРИ ВИБРАЦИОННОМ ТОЧЕНИИ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Данильчик С.С.

В процессе вибрационного точения кроме основной подачи S_0 инструменту сообщается колебательное движение с