

УДК 621.384

DOI: 10.17223/00213411/63/10/132

В.П. ФРОЛОВА^{1,2}, А.Г. НИКОЛАЕВ¹, Г.Ю. ЮШКОВ¹, П.П. КИЗИРИДИ¹, Н.А. ПРОКОПЕНКО¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ИОННЫХ ПУЧКОВ В ВАКУУМНОМ ДУГОВОМ ИОННОМ ИСТОЧНИКЕ С МНОГОКОМПОНЕНТНЫМ КАТОДОМ *

Вакуумные дуговые ионные источники находят широкое применение для модификации свойств различных поверхностей с помощью ионной имплантации. Использование в таких источниках катодов, состоящих из многокомпонентных соединений, позволяет получать пучки сложного состава, что расширяет их технологические возможности. Представлены исследования ионного пучка, генерируемого в вакуумном дуговом ионном источнике с двухкомпонентным катодом из медно-хромового композита при наложении на разрядный промежуток магнитного поля. Показано, что распределение зарядовых состояний ионов меди и хрома в пучке зависит от их соотношения в материале катода, а доли этих ионов в пучке соответствуют их атомарному содержанию в катоде. Показано, что соотношение ионов меди и хрома в плазме и ионном пучке не зависит от магнитного поля и соответствует соотношению атомов этих элементов в катоде.

Ключевые слова: вакуумный дуговой ионный источник, многокомпонентные ионные пучки, медно-хромовый композит.

Введение

Интерес к вакуумным дуговым ионным источникам [1, 2] с катодом из композиционных материалов [3–5] заключается в значительной степени в использовании этого типа разряда для генерации многокомпонентных ионных пучков, которые находят различные технические применения. Например, такие ионные пучки широко используются для улучшения свойств поверхности [6–8].

Многокомпонентные соединения металлов отличаются высокой прочностью, коррозионной стойкостью при высоких теплопроводности и электропроводности, причем эти свойства сохраняются до температуры 1000 К [9].

При «металлургической» ионной имплантации проникновение ускоренного иона в поверхность твердого тела происходит вследствие его высокой кинетической энергии. Поэтому медь и хром в поверхностном сплаве, полученном методом ионной имплантации, могут иметь гомогенное распределение атомов по поверхности. Получение таких слоев представляется важным для ряда практических применений, где основным элементом воздействия выступает поверхность, например, для электродов вакуумного выключателя [10]. Создание таких имплантированных слоев возможно с помощью ионного пучка вакуумного дугового источника с композитным катодом на основе меди и хрома [11]. Вместе с тем практическое применение пучков требует проведения детального исследования его параметров и масс-зарядового состава.

Методика и техника эксперимента

Принципиальная схема экспериментальной установки на базе вакуумного дугового ионного источника Mevva-V.Ru [2] представлена на рис. 1. Вакуумная дуга зажигалась между торцевыми поверхностями двух электродов диаметром 6.3 мм, выполненными из композиционного материала на основе меди и хрома. Расстояние между катодом и анодом составляло 4 мм. Инициирование дуги осуществлялось вспомогательным разрядом по поверхности диэлектрика при приложении высоковольтного импульса (напряжение до 14 кВ, длительность 10 мкс) между катодом и поджигающим электродом. В аноде имелось семь отверстий диаметром 1.5 мм, через которые плазма разряда проникала в анодную полость источника. С эмиссионной поверхности плазмы, ограниченной перфорированным эмиссионным электродом, велся отбор ионов и формировался ускоренный (до 60 кВ) ионный пучок диаметром 10 см, состав которого анализировался времяпролетным спектрометром [12]. В качестве материалов катода использовались два композита с различным соотношением доли атомов меди и хрома. Первый, в котором доли атомов меди и хрома были одинаковы, и второй, в котором доля меди составляла 70 %, а хрома – 30 % (далее CuCr-50/50 и CuCr-70/30 соответственно). На разрядный промежуток источника накладывалось магнитное поле

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-38-00350 мол_а.

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>