

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

УДК 621.384

DOI: 10.17223/00213411/65/10/3

**ПОЛУЧЕНИЕ ПУЧКОВ МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ ВИСМУТА
В ИОННОМ ИСТОЧНИКЕ НА ОСНОВЕ ВАКУУМНОЙ ДУГИ
С СУБМИКРОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ИМПУЛЬСА***А.Г. Николаев¹, В.П. Фролова^{1,2}, Г.Ю. Юшков¹, Е.М. Окс^{1,2}¹ *Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия*² *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

Вакуумные дуговые ионные источники способны генерировать импульсные ионные пучки любого твердотельного проводящего материала и находят применение в качестве инжекторов ускорителей тяжелых ионов и технологических имплантеров для модификации поверхности различных материалов. Без специальных мер для повышения зарядовых состояний ионов при типичных параметрах дугового разряда, амплитуде тока дуги несколько сотен ампер и длительности импульса несколько десятков микросекунд зарядовые состояния ионов в пучке не превышают значение 5+, а средняя зарядность ионов находится в пределах от 1+ до 3+ в зависимости от материала катода. Повышение зарядовых состояний ионов плазмы вакуумной дуги позволяет обеспечить увеличение энергии ионов в извлекаемом пучке без соответствующего повышения ускоряющего напряжения или получить ионы с заданной энергией при существенно меньшем ускоряющем напряжении. Зарядовые состояния могут быть повышены при увеличении амплитуды тока разряда и сокращении длительности его импульса. В данной работе представлено исследование процессов генерации пучков многозарядных ионов тяжелых металлов на примере ионов висмута при использовании сильноточной вакуумной дуги с килоамперной амплитудой тока при субмикросекундной длительности импульса. За счет сокращения длительности импульса тока дуги получено рекордное для висмута наиболее вероятное зарядовое состояние ионов в извлеченном пучке 18+.

Ключевые слова: вакуумная дуга, многозарядные ионы, ионный пучок, ионы тяжелых металлов.

Введение

В ионных источниках на основе вакуумного дугового разряда генерация плазмы осуществляется в так называемых катодных пятнах – квазистационарных плазменных образованиях на поверхности катода микронного размера с наносекундными временами жизни, в которых происходят процессы испарения и ионизации материала катода. Вакуумные дуговые ионные источники способны генерировать импульсные ионные пучки любого твердотельного проводящего материала и находят применение в качестве инжекторов ускорителей тяжелых ионов [1, 2] и технологических имплантеров для модификации поверхности различных материалов [3]. Типичные рабочие параметры таких источников, например ионного источника типа Mevva-V.Ru [4], составляют: амплитуда импульса тока дуги уровня сотен ампер; длительность импульса сотни микросекунд; частота повторения импульсов до десятков импульсов в секунду, при этом амплитуда тока ионного пучка может достигать 1 А при площади поперечного сечения пучка от 10 до 100 см² и ускоряющем напряжении около 100 кВ.

Без специальных мер для повышения зарядовых состояний ионов при таких параметрах ионных источников в зависимости от материала катода зарядовые состояния ионов плазмы и, соответственно, сформированного на ее основе ионного пучка не превышают значение 5+ [5], а средняя зарядность ионов находится в пределах от 1+ для лития и углерода до 3+ для вольфрама [5, 6]. Использование различных методик повышения зарядовых состояний ионов плазмы вакуумной дуги и, соответственно, ионного пучка позволяет расширить технологические возможности вакуумных дуговых ионных источников в двух направлениях. Во-первых, можно кратно увеличить энергию ионов в извлекаемом пучке без соответствующего повышения ускоряющего напряжения, что позволит существенно расширить диапазон энергии ионного пучка источника. Во-вторых, можно получить пучки ионов с требуемой энергией при существенно меньшей величине ускоряющего

* Работа поддержана Российским научным фондом в рамках проекта № 22-29-00118.

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>