

УДК 537.533

DOI: 10.17223/00213411/63/10/67

Д.А. АНТОНОВИЧ¹, В.А. ГРУЗДЕВ², В.Г. ЗАЛЕСКИЙ³

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПЛАЗМЕННЫМ ЭМИТТЕРОМ НА ОСНОВЕ СТАЦИОНАРНЫХ ДВОЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЛОЕВ В ПЛАЗМЕ

Представлена физическая концепция и макет конструкции плазменного источника заряженных частиц в скрещенных $E \times H$ -полях, в которой за счет особой конфигурации электродной структуры созданы условия для формирования стационарных двойных электрических слоев. Показано, что формирование таких слоев способствует росту первеанса источника и обеспечивает возможность одновременного или попеременного образования потоков заряженных частиц различного знака. Приведены электродная структура и основные характеристики разработанного источника, предложен механизм его работы.

Ключевые слова: плазменный эмиттер, плазменный источник заряженных частиц, электронно-ионное воздействие, электронные пучки, компенсированные ионные пучки, двойные электрические слои в плазме, первеанс.

Источники ионных и электронных пучков в настоящее время позволяют реализовать обширный перечень современных инновационных технологий обработки, модификации и создания новых материалов. В ряде случаев значительное повышение качества таких технологий и производительности технологического оборудования предусматривает одновременное (комбинированное) воздействие электронного и ионного пучков. В настоящее время такая технология обычно обеспечивается использованием отдельных электронного и ионного источников. При этом наиболее широкое применение для формирования плазменных поверхностей, эмитирующих ионные или электронные пучки, получили газоразрядные электродные структуры, в которых возбуждаются магнетронные разряды [1, 2], или разряды с осцилляцией электронов «пеннинговского» типа (PIG) [3] или с полым катодом [4, 5]. В технологически необходимых условиях низкого давления газа для снижения напряжения разряда и плотности эмитирующей плазмы в газоразрядных структурах используются термокатоды [6]. Однако это является недостатком источников в связи с низкой долговечностью термокатодов в газовых разрядах.

В названных разрядах, согласно принятой в настоящее время концепции [7], эмитирующая плазма отделена от электродов газоразрядной структуры пристеночными электрическими слоями, параметры которых определяются разностью потенциалов между плазмой и каждым электродом, а также плотностью плазмы по условию равенства нулю напряженности электрического поля на границе плазмы. Форма и положение эмитирующей поверхности плазмы также подчиняются этому требованию [8], поэтому электронно-(ионно-)оптические условия в промежутке ускорения электронов (ионов) и формирования пучка зависят от положения и формы эмитирующей границы плазмы, т.е. от ускоряющего напряжения и геометрии электродов и их потенциала. Подвижность положения и формы плазменной поверхности обуславливают их нестабильность, что создает определенные трудности формирования пучков, в первую очередь, большого сечения [9].

Известны [10] стабилизирующие эмиссионный процесс эффекты, в частности за счет формирования вторичной плазмы в ускоряющем промежутке, которая при определенных условиях может обеспечить значительное улучшение эмиссионно-оптических свойств источника с плазменным эмиттером: уменьшение расходимости пучка за счет снижения радиального градиента потенциала в ускоряющем промежутке, повышение эмиссионного тока за счет обратного потока зарядов из вторичной плазмы в эмитирующую [11], а также повышение первеанса ускоряющей системы за счет частичной компенсации объемного заряда пучка.

Изложенное выше позволяет предполагать следующее. Во-первых, существует возможность создания плазменного объекта с электростатическими слоями, способного обеспечить формирование совмещенных в едином пространстве ионного и электронного пучков. Во-вторых, многофакторность такой структуры и отсутствие необходимых алгоритмов затрудняет в настоящее время численное моделирование таких структур. В-третьих, перспективным представляется комбинация ранее обнаруженных стабилизирующих эффектов и удачных конструкторских решений плазмен-

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>