

УДК 537.525

DOI: 10.17223/00213411/63/10/117

*Н.В. ЛАНДЛЬ, Ю.Д. КОРОЛЕВ, И.В. ЛОПАТИН, О.В. КРЫСИНА, О.Б. ФРАНЦ, Г.А. АРГУНОВ***МЕХАНИЗМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАЗМЫ В ПОЛОМ АНОДЕ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА ***

Представлены результаты исследования тлеющего разряда низкого давления с полым катодом и полым анодом большого объема. Получены данные по потенциалу плазмы, концентрации плазмы и температуре электронов в анодной полости. Предложена модель, объясняющая механизмы поддержания плазмы в полем аноде. В основе модели лежит представление о том, что полый анод представляет собой потенциальную ловушку для электронов. При этом ток разряда на аноде переносится не только электронами, но и ионами. Проведены оценки параметров плазмы в полем аноде. Показано хорошее согласие расчетных данных с экспериментом.

Ключевые слова: тлеющий разряд, разряд с полым катодом, разряд с полым анодом.

Введение

В настоящее время тлеющие разряды низкого давления с полым катодом широко используются в различных областях и технологиях. В частности, такие разряды применяются в установках для генерации пучков заряженных частиц [1–5], для генерации жесткого ультрафиолетового излучения [6–8], в сильноточных коммутирующих приборах [9–17], для генерации плазмы большого объема и модификации свойств поверхности различных материалов [1, 18–25] и т.д. Под термином «разряды низкого давления» имеется в виду, что условия инициирования и поддержания разряда соответствуют левой ветви кривой Пашена, а длина свободного пробега электрона для реакции ионизации сравнима или превышает характерный размер разрядного промежутка. В этих условиях инициирование разряда не может обеспечиваться одиночными электронами и последующим развитием классических электронных лавин. Для инициирования разряда необходим значительный предпробойный ток электронов с катода [8, 11, 26].

Одним из способов получения плазмы большого объема является использование генератора плазмы с комбинированным накалимым и полым катодом [20–25]. Обычно катодный узел генератора плазмы монтируется на корпусе камеры большого объема. В типичных схемах включения стенки камеры играют роль полого анода. Несмотря на наличие термокатада в катодной полости, разряд в установках такого типа можно характеризовать как тлеющий разряд с полым катодом и внешней инжекцией электронов [27]. Соответственно плазму в полем аноде можно рассматривать как плазму положительного столба.

В наших предшествующих работах была предложена модель, позволяющая объяснить механизмы поддержания плазмы отрицательного свечения в катодной полости тлеющего разряда низкого давления [8, 13, 27–29]. Основная идея модели состоит в том, что плазма внутри катодной полости представляет собой потенциальную ловушку для электронов. Эта ловушка образуется за счет катодного падения потенциала между плазмой отрицательного свечения и поверхностью катода. В модели основным компонентом тока разряда на катоде является ток ионов. Электроны эмитируются с катода не только за счет ионной бомбардировки, но также за счет фотоэффекта, взрывной эмиссии, автоэлектронной и термоэмиссии.

В настоящее время в литературе при описании тлеющих разрядов с полым катодом основное внимание уделяется вопросам генерации плазмы внутри катодной полости. Проблема генерации плазмы положительного столба в анодной полости практически не обсуждается. Мы полагаем, что область положительного столба, как и область плазмы в катодной полости, представляет собой потенциальную ловушку для электронов, которая формируется отрицательным падением потенциала вблизи полого анода. Соответственно основные положения модели поддержания плазмы в катодной полости можно применить и к механизмам генерации плазмы положительного столба в полости анода.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00326.

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>