

ФОРМИРОВАНИЕ НЕРЕЛЯТИВИСТСКОГО СИЛЬНОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ГАЗОНАПОЛНЕННОМ ДИОДЕ*

П.П. Кизириди, Г.Е. Озур

Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

Исследованы процесс формирования и некоторые характеристики сильноточного электронного пучка в зависимости от давления и рода рабочего газа (аргон, воздух, гелий), наполняющего диод, а также от индукции внешнего ведущего магнитного поля. Инициирование взрывной эмиссии осуществлялось с помощью дуговых источников плазмы, встроенных в дисковый медный катод. Показано, что ток пучка и его энергия в импульсе монотонно растут с увеличением индукции ведущего магнитного поля. Зависимость энергии пучка в импульсе от давления газа, напротив, является немонотонной: сначала она растет с увеличением давления, а затем падает, что связано с развитием плазменно-пучкового разряда, приводящего к падению импеданса диода и сокращению длительности импульса пучка.

Ключевые слова: *сильноточный электронный пучок, дуговые источники плазмы, газонаполненный диод, энергия пучка в импульсе, ведущее магнитное поле.*

Введение

Нерелятивистские (10–30 кэВ) сильноточные (до 30 кА) электронные пучки (НСЭП) представляют большой интерес для модификации поверхностных слоев металлических материалов [1–8]. Высокая плотность энергии (до 15 Дж/см²) и короткая длительность импульса (2–4 мкс) позволяют выделить энергию пучка в тонком (доли – единицы микрометров) поверхностном слое, доводя его до плавления и даже частичного испарения. Разработанные нами источники НСЭП нашли применение не только в физическом эксперименте, но и на практике для финишной обработки штампов, металлических зубных протезов и других изделий [4, 5, 7]. Формирование НСЭП осуществляется, как правило, в пушках с плазменным анодом и взрывоэмиссионным катодом [7]. Традиционно актуальными задачами физики и техники генерирования НСЭП остаются обеспечение однородности распределения плотности энергии по сечению пучка, повышение стабильности параметров пучка от импульса к импульсу и расширение диапазона его параметров. Решение этих задач существенно зависит от надежности работы взрывоэмиссионного катода электронной пушки в различных условиях.

В [9] мы предложили новый метод инициирования взрывной эмиссии путем встраивания в дисковый катод резистивно развязанных дуговых источников плазмы. Эксперименты [9] с новым катодным узлом, построенным на этом принципе, показали улучшенную стабильность его работы по сравнению с наиболее часто используемым многопроволочным медным катодом и повышенную (в 1.4–2.4 раза) среднюю плотность эмиссионного тока. Кроме того, пониженные напряжения при пробое по диэлектрику по сравнению с вакуумным пробоем в отсутствие диэлектрика [10, 11] позволяют понизить амплитуду импульса ускоряющего напряжения вплоть до 5 кВ, существенно расширяя тем самым диапазон параметров пучка. Благодаря независимости инициирования взрывной эмиссии от ускоряющего зазора и от среды его наполняющей новый катодный узел является управляемым и может использоваться в режиме вакуумного или газонаполненного диода. Настоящая работа посвящена исследованию особенностей формирования пучка в сильноточной электронной пушке с данным катодным узлом в зависимости от давления и рода рабочего газа, а также от индукции ведущего магнитного поля.

Методика эксперимента

В экспериментах использовалась установка, устройство и принцип действия которой описаны в [9]. Многоканальное инициирование взрывной электронной эмиссии осуществляется с помощью 69-ти параллельно срабатывающих, резистивно развязанных дуговых источников плазмы, электроды и трубчатые керамические изоляторы которых встроены в катодную дисковую подложку из меди. Площадь эмитирующей части катода составляла 19.6 см². Вывод коллекторного тока, т.е.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ, проект № FWRM-2021-0007.

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>