Сценарии развития взрывоэлектронной эмиссии

С.А. Пикуз1, Т.А. Шелковенко1, А.В. Агафонов1, Г.А. Месяц1, Д.А. Хаммер2

1Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, Россия, pikuz@mail.ru
2Корнельский университет, Итака, Нью-Йорк, США

Взрывная электронная эмиссия является хорошо известным физическим явлением, широко используемым в различных сильноточных электронных приборах [1]. В ее основе лежит процесс образования плотной плазмы на поверхности катода, что снимает все ограничения, за исключением пространственного заряда, на величину тока, генерируемого в таких приборах. Однако именно сам процесс образования плазмы остается наименее изученным, так как он происходит очень быстро и в малых объемах вещества. Исследование таких процессов требует создания уникальных диагностических методик с микронным пространственным и субнаносекундным временным разрешением. Современная техника позволила провести подобные исследования и получить новые экспериментальные данные, которые дают возможность представить реальности сценарии развития взрывоэлектронной эмиссии. В частности методом проекционной рентгенографии высокого разрешения [2] исследован процесс развития взрывоэлектронной эмиссии в вакуумном диоде с острийным катодом. Для построения изображения исследуемого объекта в мягком рентгеновском излучении использован гибридный Х-пинч [3]. Пространственное разрешение изображений в большинстве случаев определялось дифракционным пределом излучения, составляющим в примерно 2–3 микрона. Длительность экспозиции определялась длительностью импульса рентгеновского излучения гибридного X -пинча в используемом диапазоне энергий и составляла 30–50 пс. В ряде выстрелов в гибридном X -пинче формировалось несколько горячих точек, которые давали несколько изображений на одном кадре с разных ракурсов. В тех случаях, когда они были достаточно разнесены во времени и в пространстве, удавалось наблюдать динамику процессов, т.е. система становилась многокадровой. Время регистрации изображения на рентгенограммах определялось по времени появления импульса мягкого рентгеновского излучения Х-пинча, регистрируемого алмазным детектором с фотопроводимостью. Генерации электронного пучка наблюдалась по сигналам кремниевых полупроводниковых датчиков в жестком рентгеновском диапазоне. Рассмотрены особенности электровзрыва одноострийных, двухострийных и многоострийных эмиттеров. Предложено два сценария развития генерации электронного пучка в диоде с острийными эмиттерами.

Работа частично поддержана субконтрактом с Корнельским университетом №67350.

Литература

1. Месяц Г.А., Взрывная электронная эмиссия – М.: Издательство физико-математической литературы, 2011, – 280 с.
2. Shelkovenko T. A., Sinars D. B. Pikuz S. A., Chandler K. M., Hammer D. A. Point Projection X-ray Radiography Using an X-pinch as the Radiation Source // Rev. Sci. Instr. 1999. V. 70. P. 667, 4.
3. Шелковенко Т. А., Тиликин И. Н., Иваненков Г.В., Степниевски В., Мингалеев А. Р., Романова В.М., Агафонов А.В., Кахилл А.Д., Хойт К. Л., Гордан П. А., Хаммер Д. А., Пикуз С. А., Динамика гибридных X -пинчей, Физика Плазмы, 2015 г., том 41, №1, с. 1-20.