

ПАРАМЕТРЫ И ВАРИАНТЫ ПОСТРОЕНИЯ УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ МИШЕНИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ В РЕНТГЕНОВСКОМ СПЕКТРАЛЬНОМ ДИАПАЗОНЕ *)

³Шлойдо А.И., ³Туркин А.В., ¹Михайлов А.Д., ¹Саркаров Н.Э., ¹Чернов Д.О.,
²Иванов В.В., ²Кривцун В.М., ²Гаязов Р.Р.

¹АО «ГНЦ РФ «ТРИНИТИ», г. Троицк, Россия, liner@triniti.ru

²ФГУП Институт спектроскопии РАН, г. Троицк, Россия, isan@isan.troitsk.ru

³АО ГНЦ «Центр Келдыша», г. Москва, Россия, kercc@elnet.msk.ru

Для экспоненциального роста мощности вычислительных устройств необходимо увеличение плотности упаковки транзисторов, что приводит в фотолитографии к необходимости уменьшения длины волны облучения подложки до возможного теоретического предела, что на практике приводит к необходимости использования ультрафиолетовой и рентгеновской части спектра.

Перспективны в этой области лазерно-плазменные источники, поскольку они обладают достаточно компактными размерами и позволяют работать в широком диапазоне спектра и интенсивностей [1]. Собственно источником излучения здесь является плазма, создаваемая при оптическом пробое в области фокусировки лазерного пучка в веществе мишени. Наивысшая эффективность генерации коротковолнового излучения на 6,7 нм достигается при использовании плазмы тугоплавких редкоземельных элементов Gd и Tb.

Оптимальным способом создания плазменной мишени для получения рентгеновского излучения является использование гадолиния (Gd) в газовой фазе [2].

В данной работе рассматриваются основные параметры и варианты построения устройства формирования мишени (УФМ) в виде газообразного гадолиния для получения излучения на 6,7 нм, при этом аналогом УФМ является разработанный в АО ГНЦ «Центр Келдыша» плазматрон на парах щелочного металла.

Проведены оценки требований к УФМ: определена необходимая концентрация; выполнены термо- и газодинамические расчеты и оценки. Отмечается, что осаждение гадолиния на внутренние поверхности генератора излучения может уменьшить эффективность генерации, в связи с этим проведена оценка скорости осаждения. Предложена и описана конструкция УФМ, выполняющая эти требования, с применением сплава вольфрама и рения ВР-27ВП. В качестве нагревателя УФМ предложено использовать внешний нагрев генератором электронного пучка (ГЭП) [3]. ГЭП способны работать непосредственно в буферном газе (гелий или аргон). По ранее разработанным методикам [4] определены необходимые характеристики ГЭП, такие как длина пробега электронов, необходимая мощность. Проведена оценка энергетического КПД нагрева пучком электронов.

Реализация УФМ для источника излучения в рентгеновском диапазоне представляется осуществимой, однако, необходимо проведение дальнейших углубленных исследований. Создание макета с использованием более дешевого молибдена МЧВП позволит отработать и экспериментально подтвердить принципиальную возможность создания подобного устройства и совместную работу составных частей устройства.

Литература

- [1]. Фроня А.А., Пузырев В.Н., Стародуб А.Н., Якушев О.Ф. // Краткие сообщения по физике ФИАН. – 2015. – Т. 42, № 4. – С. 38-45. – EDN UATXIJ.
- [2]. Churilov S.S., Kildiyarova R.R., Ryabtsev A.N., Sadovsky S.V. // Physica Scripta. – 2009. – Vol. 80, No. 4. – P. 045303. – DOI 10.1088/0031-8949/80/04/045303. – EDN MXBNWD.
- [3]. Voiteshonok V.S., Golovin A.I., Turkin A.V., Shloydo A.I. // Journal of Physics: Conference Series, – 2018. – Vol. 1109. – P. 012030. – DOI 10.1088/1742-6596/1109/1/012030. – EDN NWSNY.
- [4]. Shloydo A.I., Turkin A.V. // Plasma Physics Reports. – 2023. – Vol. 49, No. 11. – P. 1434-1442. – DOI 10.1134/s1063780x23601505. – EDN QURKDG.

*) [DOI – тезисы на английском](#)