

Применение CVD алмазов в изготовлении оптики для источников синхротронного излучения

Баранников А.А.¹, Зверев Д.А.¹, Винс В.Г.², Снигирев А.А.¹

abarannikov95@gmail.com

¹ БФУ им. И. Канта, Калининград, Россия

² ООО "ВЕЛМАН", Новосибирск, Россия

Алмаз обладает уникальными свойствами, которые нашли свое применение в изготовлении рентгеновской оптики. По сравнению с кремнием он обладает меньшим поглощением рентгеновского излучения, меньшим тепловым расширением и большей теплопроводностью. В связи с этим алмаз является перспективным материалом для изготовления рентгеновской оптики, используемой в интенсивных пучках синхротронов 4-го поколения, оказывающих высокую тепловую и радиационную нагрузку.

Одними из наиболее распространенных рентгенооптических элементов из алмаза являются рентгеновские окна и преломляющие рентгеновские линзы. Рентгеновские окна отделяют вакуумную среду от воздуха, через которую рентгеновский пучок выходит к пользователю. В то же время преломляющие рентгеновские линзы [1], имеющие вогнутый параболический профиль преломляющей поверхности, используются для фокусировки излучения, формирования увеличенного изображения объектов, а также подавления высоких гармоник.

Данные оптические элементы не должны вносить искажений в волновой фронт проходящего сквозь них пучка. Поэтому при их изготовлении необходимо уделять особое внимание кристаллической структуре алмаза. Поликристаллический алмаз может приводить к дополнительному рассеянию рентгеновского излучения и образованию спеклов. Последний эффект связан с формированием фазового контраста на границах зерен при взаимодействии с когерентным рентгеновским излучением [2]. В то же время при использовании монокристаллического алмаза, обладающего лучшей внутренней однородностью, могут возникать рентгеновские глитчи [3]. Они характеризуются потерями интенсивности в прошедшем пучке при выполнении условия брэгговской дифракции для некоторых кристаллических плоскостей при определенной энергии излучения. Данный эффект может оказывать негативное влияние на экспериментальные данные при выполнении XAFS исследований, фокусировке излучения и микроскопии объектов.

В настоящей работе представлены результаты лабораторного исследования рентгенооптических свойств пластин из монокристаллического CVD алмаза с однородно распределенными дефектами кристаллической структуры. Проведено сравнение ширины брэгговских отражений и результатов рентгеновской топографии с аналогичными характеристиками пластин из монокристаллического HPHT-алмаза.

Ссылки

1. I. Snigireva, M. Polikarpov, A. Snigirev, Synchrotron Radiation News (2021) 34, 12–20.
2. A. Snigirev, V. Yunkin, I. Snigireva, M. Di Michiel, M. Drakopoulos, S. Kouznetsov, L. Shabel'nikov, M. Grigoriev, V. Ralchenko, I. Sychov, M. Hoffmann, E.I. Voges, Proc. SPIE: Design and Microfabrication of Novel X-Ray Optics (2002) 4783.
3. Klimova N., Snigireva I., Snigirev A., Yefanov O., Crystals (2021) 11, 1561.