

EVALUATING THE DOSIMETRIC AND SENSITIVITY MAPPING PERFORMANCE OF CVD DIAMOND RADIATION DETECTOR WITH X-RAY TUBE AND DUAL SYNCHROTRON MICRO-BEAMS

M. A. E. Abdel-Rahman^{a,b,1}, *W. R. Alharbi*^c, *A. Abdelghafar Galahom*^d,
A. El-Taher^e, *N. Tartoni*^f, *A. Lohstroh*^b

^a Nuclear Engineering Department, Military Technical College, Kobry El-Kobba, Cairo, Egypt

^b Department of Physics, University of Surrey, Guildford, Surrey, GU2 7XH, United Kingdom

^c Physics Department, College of Science, University of Jeddah, Jeddah, 23890, Saudi Arabia

^d Higher Technological Institute, 10th of Ramadan City, Egypt

^e Physics Department, Faculty of Science, Al-Azhar University, Assiut Branch,
71524, Assiut, Egypt

^f Diamond Light Source Ltd, Harwell Science and Innovation Campus, Oxfordshire, OX11 0DE,
United Kingdom

This study presents a comprehensive investigation of the dosimetric characteristics and sensitivity mapping of a CVD diamond radiation detector (VS-Pt) fabricated with platinum metal contacts. The detector's performance was evaluated through a series of measurements, including I-V characteristics, signal-to-noise ratio, dose-rate dependence, linearity, photoconductive gain, sensitivity, rise time, and reproducibility, using an X-ray tube source. The device underwent annealing, which led to improvements in sensitivity, with a linear response and increased photoconductive gain. The reproducibility of the device was found to be slightly higher than the IAEA's recommended limit.

Following this, a comparative sensitivity mapping study was performed using two synchrotron micro-beam facilities — NSLS and DLS — employing different micro-beam sizes. The investigation explored the effects of beam size, bias polarity, and step displacement on the spatial resolution and sensitivity of the device. Results showed that sensitivity was influenced by beam size, with smaller beam and step sizes yielding higher sensitivity, likely due to the priming effect. Bias polarity also played a significant role, with negative bias producing higher photocurrents, particularly near nitrogen lines in the diamond. Additionally, the annealed sample exhibited better homogeneity and faster rise times compared to the un-annealed version. The findings highlight the optimal conditions for synchrotron-based dosimetric measurements, providing valuable insights for improving detector performance in applications such as radiotherapy dosimetry, radiobiology, and beam monitoring at synchrotron facilities.

Работа представляет собой всестороннее исследование дозиметрических характеристик и картирования чувствительности ХОП-алмазного детектора излучения (VS-Pt), изготовленного с контактами из платинового металла. Рабочие характеристики детектора оценивались

¹E-mail: mabdelrahman@mtc.edu.eg, marahmanea@gmail.com, marahman_e@yahoo.com

с помощью серии измерений, включая вольт-амперные характеристики, отношение сигнал/шум, зависимость от мощности дозы, линейность, коэффициент усиления фотопроводимости, чувствительность, время нарастания и воспроизводимость, с использованием источника рентгеновского излучения в виде трубки. Устройство подверглось отжигу, что привело к повышенной чувствительности, линейному отклику и увеличению коэффициента фотопроводимости. Было установлено, что воспроизводимость устройства несколько превышает рекомендованный МАГАТЭ предел.

После этого было проведено сравнительное исследование картирования чувствительности с использованием двух синхротронных микропучковых установок — NSLS и DLS — с различными размерами микропучков. В ходе исследования было изучено влияние размера пучка, полярности смещения и смещения шага на пространственное разрешение и чувствительность устройства. Результаты показали, что на чувствительность влиял размер пучка, при этом меньшие размеры пучка и шага обеспечивали более высокую чувствительность, вероятно, из-за эффекта затравки. Полярность смещения также играла важную роль, при этом отрицательное смещение приводило к увеличению фототока, особенно вблизи линий азота в алмазе. Кроме того, отожженный образец продемонстрировал лучшую однородность и более быстрое время нарастания по сравнению с необожженным вариантом. Полученные результаты указывают на оптимальные условия для проведения синхротронных дозиметрических измерений, предоставляя ценную информацию для улучшения характеристик детекторов в таких областях применения, как дозиметрия для лучевой терапии, радиобиология и мониторинг пучков на синхротронных установках.

PACS: 29.40.Mc; 07.85.Qe; 41.60.Ap

Received on August 9, 2025.