

## USING A FOCUSED X-RAY BEAM FOR MAPPING SENSITIVITY OF A SINGLE CRYSTAL CVD DIAMOND DETECTOR

*Y. Alzamil<sup>a</sup>, M. Y. M. Mohsen<sup>b</sup>, M. Alobaid<sup>c</sup>,  
A. El-Taher<sup>d</sup>, A. Lohstroh<sup>e</sup>, M. A. E. Abdel-Rahman<sup>b, e, 1</sup>*

<sup>a</sup> Department of Diagnostic Radiology, College of Applied Medical Sciences,  
University of Haill, Haill, Saudi Arabia

<sup>b</sup> Nuclear Engineering Department, Military Technical College, Cairo, Egypt

<sup>c</sup> Radiology Department, Hail Health Cluster, Hail, Saudi Arabia

<sup>d</sup> Physics Department, Faculty of Science, Al-Azhar University,  
Assiut Branch, Assiut, 71524, Egypt

<sup>e</sup> Department of Physics, University of Surrey, Guildford, Surrey, UK

This paper presents an in-depth mapping sensitivity study using a focused X-ray beam produced by an X-ray tube and applied to a low-purity single-crystal diamond sample designated as VS-Ti/Au. More specifically, the study shows the effect of changing the beam size, step displacement, bias polarity, annealing of the device as well as the dose rate (tube current) on the current response of these maps. In addition, the current response of the mapping sensitivity as a function of the bias voltage and the photocurrent pulse shapes at different points (positions within the sample) as a function of time are also presented. It is worth highlighting that the sample grown under study with a chemical vapour deposition (CVD) was selected due to its special features, such as: thin nitrogen lines and substrate area (which can be observed by X-ray mapping). Moreover, the investigations illustrate two methods which were utilized to measure the spot diameter (a crucial parameter for sensitivity mapping) when moving the detector in the  $x-y$  direction. The first method applies a fluorescent paper and a video camera, while the second one uses stepping over an edge of a silicon PIN diode. The results of applying these two methods showed similar trends of spot diameter (i.e., the intensity increase with the increase in the dose rate); however, the second method (silicon PIN diode) resulted in higher values. The results provide key insights into the behavior of single-crystal CVD diamond detector under X-ray exposure. This is especially important as X-ray exposure sees the use in radiotherapeutic applications, small field and online dosimetry, along with medical imaging and beam monitoring in both accelerators and synchrotron radiation facilities.

В данной статье представлено углубленное исследование позиционной чувствительности с использованием сфокусированного рентгеновского излучения, создаваемого рентгеновской трубкой и применяемого к образцу монокристаллического алмаза низкой чистоты, обозначенному как VS-Ti/Au. Более конкретно, исследование показывает влияние изменения размера

---

<sup>1</sup>E-mail: marahmanea@gmail.com,  
mabdelrahman@adj.aast.edu

marahman\_e@yahoo.com,

mabdelrahman@mtc.edu.eg,

пучка, смещения шага, полярности смещения, отжига устройства, а также мощности дозы (тока в трубке) на текущий отклик этих позиций. Кроме того, в статье также представлена текущая характеристика позиционной чувствительности в зависимости от напряжения смещения и формы импульсов фототока в различных точках (положениях внутри образца) в зависимости от времени. Стоит подчеркнуть, что в ходе исследований, проводимых в рамках данной статьи, был выбран образец-дублер, выращенный методом химического осаждения из газовой фазы (ХОГ), из-за его особенностей, таких как тонкие линии азота и площадь подложки (которые можно наблюдать с помощью рентгеновского картирования). Более того, исследования, включенные в эту статью, иллюстрируют два метода, которые использовались для измерения диаметра пятна (важнейшего параметра для составления карты чувствительности) при перемещении детектора в направлении  $x-y$ . В первом методе используется флуоресцентная бумага и видеокамера, в то время как во втором методе используется перешагивание через грань кремниевого PIN диода. Результаты применения этих двух методов показали сходные тенденции в изменении диаметра пятна (т.е. увеличение интенсивности с увеличением мощности дозы), однако второй метод (кремниевый PIN диод) привел к более высоким значениям. Полученные результаты дают ключевую информацию о поведении монокристаллического ХОГ алмазного детектора при воздействии рентгеновского излучения. Это особенно важно, поскольку рентгеновское облучение находит применение в радиотерапевтических целях, в условиях небольших полей и в режиме онлайн-дозиметрии, а также в медицинской визуализации и мониторинге пучка как на ускорителях, так и в установках синхротронного излучения.

PACS: 81.05.ug; 29.40.Wk; 29.30.Kv; 73.22.Dj

Received on June 17, 2024.