



Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

CRPA 2025 / ACRP 2025

Name / Nom

Edcir Jerecho Laguda

Organisation or Affiliation & Location

McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

Organisation ou affiliation et Lieu

Université McMaster, Hamilton, Ontario, Canada

Poster Title

Application of a CdZnTe Detector to Thermal and Cold Neutron Imaging

Titre d'affiche

Application d'un détecteur CdZnTe pour l'imagerie neutronique thermique et froide

Co-Authors

Soo Hyun Byun (Department of Physics and Astronomy, McMaster University)
Troy Farncombe (Department of Medical Imaging, McMaster University)

Co-auteurs

Soo Hyun Byun (Département de physique et d'astronomie, Université McMaster)
Troy Farncombe (Département d'imagerie médicale, Université McMaster)

Abstract

This study explores the adaptation of a Cadmium Zinc Telluride (CdZnTe) detector for thermal and cold neutron imaging, leveraging its high energy resolution and detection efficiency. The naturally abundant ^{113}Cd isotope (12.2%) has a very high thermal neutron capture cross-section, undergoing the $^{113}\text{Cd}(n,\gamma)^{114}\text{Cd}$ reaction. This process generates prompt gamma photons, which escape the detector, and conversion electrons, which deposit their energy locally, producing measurable signals suitable for neutron imaging. These processes make CdZnTe a promising detector for material sciences, archeological studies, and non-destructive testing.

The detector system comprises four CdZnTe detector arrays, each consisting of a 16×16 -pixel configuration with a 2.46 mm pixel pitch and 6 mm thickness. These arrays are integrated with a custom PCB readout board, powered by a 6.5 V supply and biased at -450 V. This setup facilitates efficient detection of thermal neutrons while supporting count rates of up to 1×10^6 events per second.

Résumé

Cette étude explore l'adaptation d'un détecteur au tellurure de cadmium et de zinc (CdZnTe) pour l'imagerie neutronique thermique et froide, en tirant parti de sa résolution énergétique élevée et de son efficacité de détection. L'isotope cadmium 113 naturellement abondant (12,2 %) présente une section efficace de capture de neutrons thermiques très élevée, subissant la réaction cadmium 113(n,γ) cadmium 114. Ce processus génère des photons gamma rapides, qui s'échappent du détecteur, et des électrons de conversion, qui déposent leur énergie localement, produisant des signaux mesurables adaptés à l'imagerie neutronique. Ces processus font du CdZnTe un détecteur prometteur pour les sciences des matériaux, les études archéologiques et les essais non destructifs.

Le système de détection comprend quatre réseaux de détecteurs CdZnTe, chacun consistant en une configuration de 16×16 pixels avec un pas de 2,46 mm et une épaisseur de 6 mm. Ces réseaux sont intégrés à une carte de circuit imprimé personnalisée, alimentée par une source de 6,5 V et polarisée à -450 V. Cette configuration facilite la détection efficace des neutrons thermiques tout en prenant en charge des taux de comptage allant jusqu'à 1×10^6 événements par seconde.

To assess the detector's performance, experiments were conducted at two neutron beamlines at the McMaster Nuclear Reactor. A cold neutron beamline with an average energy of 12.1 meV and a flux of 2.5×10^3 n/cm²/s. The second was a diffracted neutron beamline utilizing a Si(111) monochromator, providing an average energy of 17 meV and a flux of 2.4×10^5 n/cm²/s. The system's response was evaluated using 2D cadmium masks, boron carbide slits, and lucite samples of varying thicknesses. Additionally, energy windowing was implemented to identify the optimal energy range to improve resolution.

Preliminary work has focused on optimizing system acquisitions and characterizing the detected beam profile. Currently, focus is on imaging phantoms to further investigate resolution and integrating neutron converters to improve detection efficiency is underway. Additionally, experimental results will be systematically compared with GEANT4 Monte Carlo simulations to further refine system performance for applications in radiation physics and health physics research.

Pour évaluer la performance du détecteur, des expériences ont été menées sur deux faisceaux de neutrons au réacteur nucléaire de McMaster. Un faisceau de neutrons froids avec une énergie moyenne de 12,1 meV et un flux de $2,5 \times 10^3$ n/cm²/s. Le second était un faisceau de neutrons diffractés utilisant un monochromateur Si(111), fournissant une énergie moyenne de 17 meV et un flux de $2,4 \times 10^5$ n/cm²/s. La réponse du système a été évaluée à l'aide de masques 2D en cadmium, de fentes en carbure de bore et d'échantillons de lucite de différentes épaisseurs. De plus, un fenêtrage énergétique a été mis en place pour identifier la gamme d'énergie optimale afin d'améliorer la résolution.

Les travaux préliminaires se sont concentrés sur l'optimisation des acquisitions du système et sur la caractérisation du profil du faisceau détecté. Actuellement, l'accent est mis sur l'imagerie des fantômes pour approfondir la résolution et l'intégration des convertisseurs de neutrons pour améliorer l'efficacité de la détection. De plus, les résultats expérimentaux seront systématiquement comparés aux simulations GEANT4 de Monte-Carlo, afin d'affiner davantage les performances du système en vue d'applications dans la recherche en physique des rayonnements et en radioprotection.