

# 방사선 분포측정용 CsI(Tl) 검출기 설계 및 신호처리에 관한 연구

황영관 · 이남호 · 김종열 · 정상훈

한국원자력연구원

## The Study of CsI(Tl) Scintillation Detector Design and Signal Processing for the Measurement of the Radiation Distribution

Young-gwan Hwang · Nam-ho Lee · Jong-yeol Kim, Sang-hun Jeong

Korea Atomic Energy Research Institute

E-mail : yghwang@kaeri.re.kr

### 요 약

본 논문에서는 공간상에 분포된 방사선원에 대해 화소단위로 방사선 신호를 탐지하기 위한 섬광 검출기를 설계하고, 탐지신호를 취득하기 위한 모듈을 설계하여 방사선 영상화를 위한 연구를 수행하였다. 방사선 분포측정을 위해 적용한 검출기는 CsI(Tl) 섬광체와 결합효율이 높은 수광센서로 구성하였으며, 수광센서를 통해 획득된 신호를 처리하기 위해 펄스 신호를 증폭, 성형 한 후 임계치를 기준으로 펄스를 계수하기 위한 장치를 구현하였다. 제작된 검출기의 성능을 검증하기 위해 감마선 교정시설을 이용하여 검출기에 대한 성능 시험을 수행하고 그 결과를 분석하였다. 본 논문의 결과는 제작된 검출기에 방향성을 부여하기 위한 차폐체 및 조사부를 적용한 후 방향을 이동시켜 개별적인 영역의 값을 2차원 적으로 나타냄으로써 선원의 분포측정을 위한 기초자료로 활용될 것이다.

### ABSTRACT

In This paper, We designed the scintillation detector for measuring radiation signals in units of pixels for a radiation source that is distributed in the space. And we carried out a study to design a radiation imaging by the module for obtaining the detection signal. For measuring radiation distribution we configure a radiation detector combining CsI(Tl) scintillator and a photodiode. In addition, its performance was verified via gamma irradiation test.

### 키워드

Radiation Detector, Gamma Camera, Scintillation Detector, Gamma-ray Imaging

## I. 서 론

전력공급을 위해 원자력을 이용한 발전시설의 증가와 함께 노후 원전에 대한 해체 비율도 함께 증가하고 있다. 원전 해체를 수행할 때 오염된 방사선원을 제거하기 위해서는 방사선원에 대한 분포를 정확하게 알아야 한다. 이러한 방사선원의 분포를 측정하기 위해서는 방사선 영상화 장치가 필수적이며 방사선영상화 장치 구현을 위해 방사선원에 대한 신호를 탐지하고 그 신호를 처리하여 영상화 하는 신호처리 모듈의 구현이 요구된다. 본 논문에서는 방사선 탐지를 위한 검출부를 설계, 제작하고, 검출부로부터 획득한 신호를 측정하기 위한 신호처리 모듈에 대한 연구를 수행

하였다. 또한 구현한 모듈의 성능을 검증하기 위해 감마선 교정시설을 이용하여 선형적인 탐지 성능을 확인하였다. 본 논문의 결과는 방사선 신호를 탐지하고 모션제어부와 연동한 방사선 영상화 장치 개발을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

## II. 감마선 검출용 섬광검출기

감마선에대한 영상화를 위해서는 감마선의 세기에 따른 신호를 획득해야 한다. 감마선 검출을 위해 사용되는 대표적인 섬광체는 CsI(Tl)과 NaI(Tl)이며 본 연구에서는 CsI(Tl)을 사용한 섬광 검출기를 구현하였다. CsI(Tl)은 NaI(Tl)보다 더

큰 감마선 흡수율을 갖고 있으며, NaI(Tl)에 비해 충격이나 진동 등 환경적인 요소에 강하고, 다양한 형태의 가공이 가능하다는 장점을 갖고 있다.

감마선에 의해 섬광체로부터 변환된 빛 신호를 수광하기 위해서는 수광센서가 필요하며, CsI(Tl)의 방출 빔 파장은 약 530nm에서 최대 효율을 갖게 된다.

검출기 구성을 위해 CsI(Tl)과의 결합효율이 높은 Photodiode를 선정하여 결합하였다. Photodiode를 통해 출력되는 매우 작은 전류값은 신호처리를 위해 증폭시켜야 하며 이를 위해 전치증폭기를 사용하고, 이때 증폭율은 2만배로 설정한다. 신호처리 모듈로 측정값을 전달하기 위해 측정된 감마선 신호에 대한 펄스를 성형, 증폭하기 위하여 메인증폭회로를 사용한다. 그림 2는 CsI(Tl)과 Photodiode 그리고 전치증폭기와 메인 증폭회로의 구성된 모습을 나타낸다.

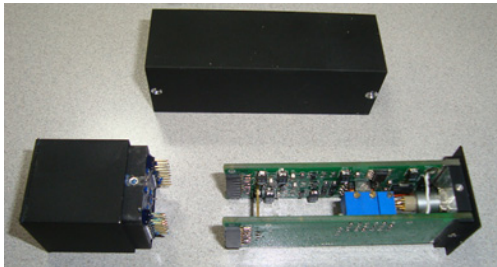


그림 1. Cs(Tl) 섬광 검출부

### III. 감마선 탐지신호 처리모듈 구현

감마선 검출기의 신호를 영상화하기 위해서는 측정된 신호를 임계값을 기준으로 계수할 수 있는 신호처리 모듈이 필요하다. 그림 3은 감마선 탐지용 펄스계수 모듈을 나타낸다.



그림 2. 감마선 탐지용 펄스계수 모듈

### IV. 감마선 탐지모듈 성능시험

감마선 검출기 및 신호처리모듈에 대한 성능을 검증하기 위해서는 실제 감마선 조사시설을 이용하여 검출센서의 선형적인 검출 특성을 확인해야 한다. 이를 위해 Cs-137 감마선 교정시설을 이용

하여 1초간 신호를 측정하는 성능시험을 수행하였고, 그 결과는 그림 3과 같이 나타나며, 0.2mSv/h ~ 20mSv/h의 구간에서 선형적인 특성을 나타냄을 확인하였다.

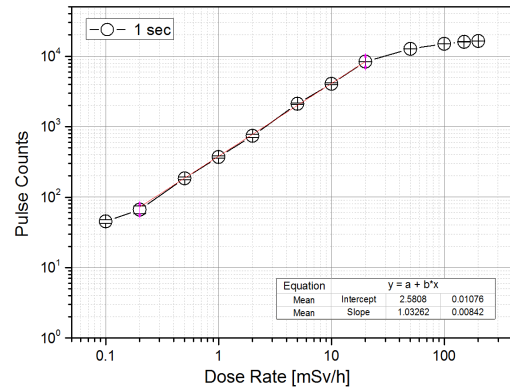


그림 3. 감마선 탐지부 성능시험 결과

## V. 결 론

본 논문에서는 감마선에 대한 분포측정용 영상화 장치를 위한 감마선 검출센서 및 신호처리 모듈에 관한 연구를 수행하였고, 제작된 모듈에 대한 성능시험을 위해 Cs-137 감마선 교정시설을 이용하여 감마선 조사시험을 실시하였다. 탐지 성능 시험 결과 0.2mSv/h ~ 20mSv/h의 구간에서 선형적인 탐지결과를 나타내었으며, 이를 통해 감마선에 대한 모션제어장치와 연동시킨다면 탐지 구간내 선량에 대한 감마선원의 영상화가 가능함을 알 수 있다. 본 논문의 결과는 감마선 영상화 장치 구현을 위한 기초자료로 활용될 것이다.

## 감사의 글

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 출연금으로 지원을 받아 수행된 주요연구사업임

## 참고문헌

[2] K. A. Hughes, G. Mottershead, D. J. Thornley, and A. P. Comrie, "Use of gamma ray imaging instrumentation insupport of TRU waste characterization challenges," in Proc.WM'04 Conf. Rec., 2004.

[3] M. Woodring, D. Souza, S. Tipnis, P. Waer, M. Squillante, G. Entine, and K. P. Ziock, "Advanced radiation imaging of low-intensity gamma-ray sources," Nucl. Intrum. Meth.A, vol. 422, pp. 709 - 712, 1999.