

## InSb 검출기를 이용한 방사선 반응 측정

박세환 · 김한수 · 송태영 · 조운호 · 하장호  
한국원자력연구원

E-mail: ex-spark@kaeri.re.kr

중심어 (keyword) : InSb, 방사선에너지분해능, Schottky diode

### 서 론 (Introduction)

방사선 에너지를 정밀하게 측정하는 것은 다양한 분야에서 매우 중요하다. XRF 분석시 발생하는 특성 X-선 에너지를 정밀하게 측정하면 보다 정밀한 물질 분석을 할 수 있다. 핵연료 분석시 우라늄이나 플루토늄에서 발생하는 감마선 에너지를 정밀하게 측정하면 보다 손쉬운 방법으로 핵연료 구성 물질을 분석할 수 있다. 현재 사용되고 있는 대표적인 고분해능 검출기로는 실리콘이나 게르마늄 등의 반도체 방사선 검출기를 들 수 있다. 그러나, 정밀 분석을 위해서는 이러한 검출기 보다 정밀한 에너지 분해능을 가진 검출기를 요구하고 있다.

최근 연구되고 있는 고분해능 검출기 중 특히 많은 관심이 집중되는 검출기로는 100 mK 영역에서 초전도체를 이용하여 동작하는 초전도체 극저온 검출기를 들 수 있다. 이러한 검출기는 기존의 검출기에 비하여 에너지 분해능이 ~ 20 배 이상 향상됨으로 인하여 현재 사용되는 검출기의 한계를 극복할 수 있다. 이러한 검출기로는 Microcalorimeter나 STJ 등을 들 수 있다. 그러나, 이러한 초전도 극저온 검출기는 검출기의 대면적이 작기 때문에 검출 효율이 낮다는 단점을 가지고 있다.

III-V족 화합물 반도체인 InSb는 게르마늄에 비하여 에너지 밴드갭이 1/4이고 전자 mobility가 20 배 이상 크기 때문에 고분해능 방사선 검출기로 주목받고 있다. InSb 방사선 검출기에 대한 이전 연구는 일본 연구진에 의하여 2000년 초에 행해진 연구가 유일하다.

본 연구에서는 InSb 반도체를 이용하여 방사선 검출기로 제작하기 위한 공정 연구와 이를 바탕으로 제작된 InSb 검출기 동작 특성을 측정한다. 특히, 국내 최초로 제작된 InSb 검출기를 이용한 방사선 측정 결과를 소개한다.

### 재료 및 방법 (Materials and Methods)

InSb 웨이퍼를 이용하여 다이오드를 제작하였다. 웨이퍼를  $10 \times 10 \text{ mm}^2$  크기로 자른 후 표면을 세척하였다. 세척시에는 이소프로필 알코올과 메탄올을 각각 사용하였다. 웨이퍼의 표면은 브롬 회석액을 이용하여 화학적 에칭하였다. 표면 에칭 후 한쪽면에는 금을 증착하였으며 반대면에는 인듐을 증착하였다. 증착은 Thermal evaporator를 이용하여 이루어졌으며, 증착후 silver paste를 이용하여 전극과 신호선을 연결하였다.

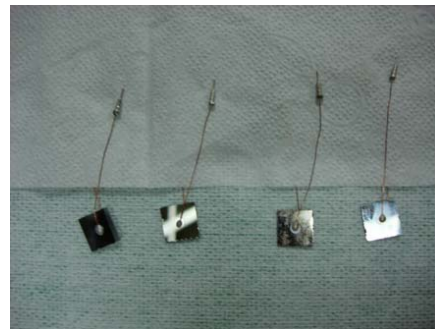


그림 1 제작된 InSb 검출기

검출기 성능 평가를 위하여 저온 냉각 장치를 설치하였다. 저온 냉각 장치에는 액체 헬륨을 흘려주며 최저 4 K까지 온도를 내릴 수 있다. 제작된 검출기를 냉각 장치 내부에 설치하고 온도를 내리면서 I-V 곡선을 측정하였다. 온도를 내림에 따라 누설 전류의 감소를 관찰할 수 있었다.

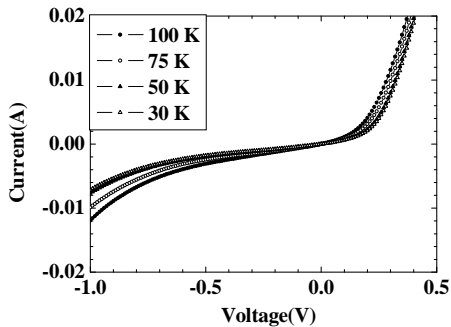


그림 2 온도에 따른 I-V 곡선 변화

제작된 InSb 검출기를 이용하여 있는 방사선 반응을 측정하였다. 측정시 검출기에서 발생한 신호는 pre amplifier (Canberra 2003 BT), amplifier를 통하여 신호 변환 증폭이 이루어졌으며 MCA에 에너지 스펙트럼을 저장하였다.

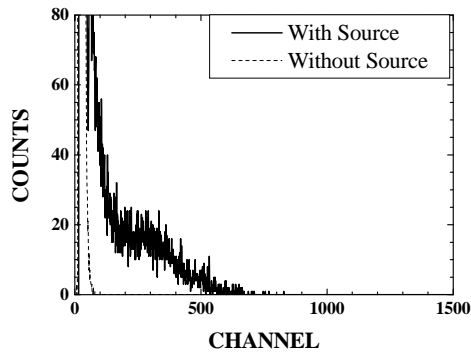


그림 3. 5.4 MeV 알파선 측정 스펙트럼

검출기를 제작하고 그 특성을 평가하였다. InSb 반도체는 이 전에 방사선 검출기 제작에 대한 연구가 거의 이루어 지지 않은 상태이다.

본 연구를 통하여 InSb 검출기 제작을 위한 공정에 대한 연구가 수행되었으며, 검출기의 누설 전류가 다이오드 구조로 인하여 획기적으로 감소됨을 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과로 방사선 검출기로 InSb 반도체의 가능성을 얻을 수 있었다.

### Acknowledgements

This work has been carried out under the nuclear R&D program of the Ministry of Education, Science and Technology (MEST) of Korea and the Eco-technopia 21 Project of the Ministry of Environment (ME) of Korea. We are also partly supported by the supported partly by the Basic Research Supporting Program of Korea Research Foundation.

### 참 고 문 헌 (REFERENCES)

1. W.C. McHarris, Nucl. Instr. Meth. A 531, 18 (2004).
2. I. Kanno et al., Nucl. Instr. Meth. A 568, 416 (2006).

### 결 론 (Conclusion)

현재의 반도체 방사선 검출기에 비하여 에너지 분해능이 3 배 이상 향상될 것으로 기대되고 있는 InSb