

반도체위치수감검출기의 특성

정철민, 강철

위대한 수령 김일성 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《원자력을 생산에 받아들이기 위한 연구사업을 전망성있게 진행하며 방사성동위원소와 방사선을 공업과 농촌경리를 비롯한 여러 부문들에 널리 적용하여야 할것입니다.》

(《김일성전집》 제27권 391페이지)

검출기에 입사하는 방사성립자들의 에너지와 함께 위치를 정확히 측정하는것은 핵물리학을 비롯한 여러 분야에서 매우 중요하다. 방사성립자들의 위치와 에너지를 동시에 측정할수 있는 위치수감검출기는 리용분야가 넓은것으로 하여 이에 대한 연구[2]가 광범히 진행되고있다.

우리는 반도체위치수감검출체계를 구성하고 방사성원천(^{241}Am)을 리용하여 위치수감검출기의 특성을 밝혔다.

1. 회로 구성

반도체검출기의 감도층에 입사하는 대전립자는 검출기의 자리길을 따라 전자-구멍쌍을 형성하며 그 자리길은 직선형태를 가진다.

검출기감도층에 입사하는 대전립자의 위치신호와 에너지신호는 $q_{x_1}(t \rightarrow \infty, x) = q_0 \frac{x}{l}$, $q_E(t \rightarrow \infty, x) = -q_0$ 과 같다. 즉 입사하는 방사성립자의 위치신호는 위치의 선형함수로 되며 에너지신호는 검출기에 입사하는 립자의 위치에는 관계되지 않는다.

위치수감검출기의 원리도와 등가회로는 그림 1과 같다.

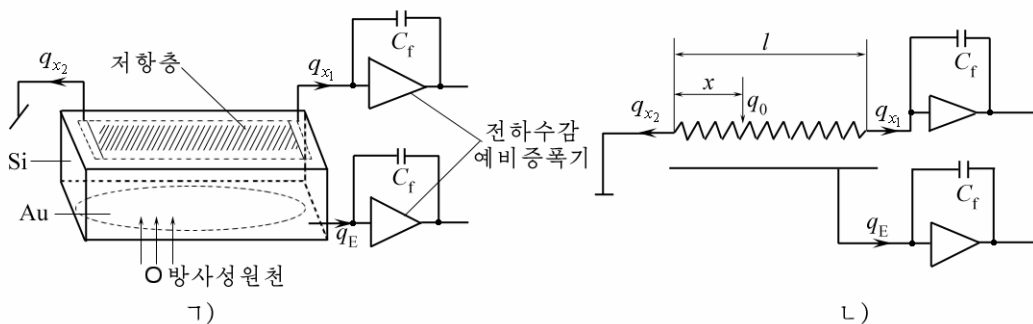


그림 1. 위치수감검출기의 원리도(A)와 등가회로(B)

q_0 —방사성립자에 의하여 발생된 전하, q_{x_1} , q_{x_2} — x_1 , x_2 위치에서 수집된 전하

그림 1에서 보는바와 같이 입사하는 방사성립자의 위치신호와 에네르기신호는 검출기에 수집되는 전하를 저항분할기의 랑쪽끝에 배치한 2개의 접촉점으로 흐르는 전하로 분할하여 얻을수 있다.

검출기에서 저항분할기는 검출기재료의 비공핍층을 만든다.

저항분할은 검출기의 앞쪽에서 진행되며 저항층은 저항분할기와 정류접촉의 역할을 동시에 수행한다.

위치수감검출기에는 저항분할기로 금층우에 금속층을 분사한 검출기와 이온함금저항층으로 된 검출기, 결면성장기술을 리용한 검출기 등 여러가지 형태의 검출기들이 있다.

우리는 결면성장기술을 리용하여 만든 검출기[2]로 위치수감검출체계를 구성하였다.(그림 2)

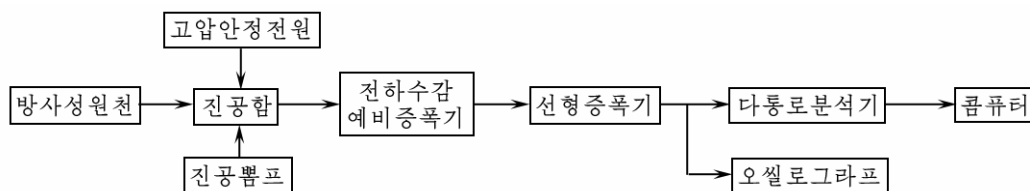


그림 2. 위치수감검출체계구성도

반도체위치수감검출기의 동작면의 크기는 길이와 너비가 각각 44, 8mm이다.

위치수감검출기의 출구신호는 전하수감예비증폭기[3]와 선형증폭기에서 증폭되고 오실로그래프와 컴퓨터와 결합한 다통로분석기에 의하여 측정된다.

2. 측 정 결 과

^{241}Am 원천조임점의 직경을 1mm로 보장하고 검출기가 들어있는 함에 진공을 보장한 다음 검출기에 역편의전압 280V를 걸어주었다.

선형증폭기의 미적분시상수를 각각 $6.4\mu\text{s}$ 로 설정하였다.

검출기의 서로 다른 위치에서 측정한 방사성원천스펙트르와 선형곡선은 그림 3과 같다.

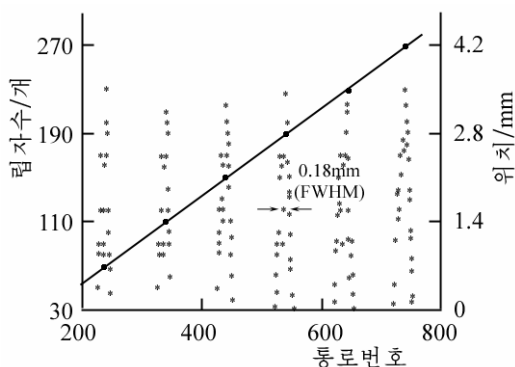
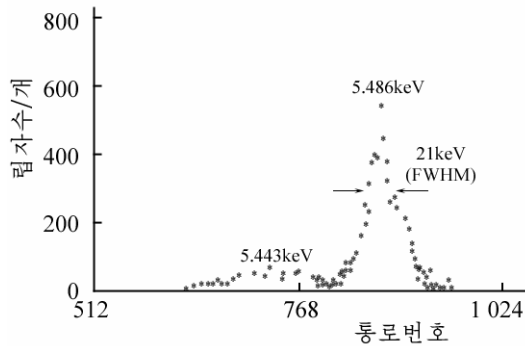


그림 3. 방사성원천스펙트르와 선형곡선

그림 3에서 보는바와 같이 검출기의 위치분해능은 0.18mm(FWHM)이며 적분비선형성은 0.2~5.5V에서 0.8%이하이다. 따라서 위치신호는 검출기에 입사하는 방사성립자의 위치에 따라 달라지며 위치분해능은 에네르기분해능과 마찬가지로 임펄스진폭분산을 일으키는 잡음에 의하여 결정된다는것을 알수 있다.

^{241}Am 의 α -스펙트르는 그림 4와 같다.

그림 4에서 보는바와 같이 에네르기가 5.486MeV인 ^{241}Am 의 α -스펙트르의 에네르기분해능은 21keV(FWHM)이다.

그림 4. ^{241}Am 의 α -스펙트럼

맺는 말

우리가 구성한 위치수감검출체계를 리용하여 검출기에 입사하는 방사성립자의 에너지와 위치신호를 동시에 측정할수 있다. 검출기의 에너지와 위치분해능은 각각 21keV, 0.18mm이며 검출기의 적분비선형성은 0.2~5.5V에서 0.8% 이하이다.

참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 52, 6, 80, 주체95(2006).
- [2] Chisu Kim; Japanese Journal of Applied Physics, 21, 2, 157, 1982.
- [3] Jun Zhao et al.; Anal. Instr. Meth. Res., A 613, 257, 2010.

주체105(2016)년 4월 5일 원고접수

Characteristics of the Semiconductor Position Sensitive Detector

Jong Chol Min, Kang Chol

We can simultaneously estimate the energy and position signal of radiation particle inserted to the detector using the position sensitive detector system. Energy and position resolution of the detector are 21keV and 0.18mm, respectively, and its integral nonlinearity is below 0.8% in the 0.2~5.5V range.

Key words: position sensitive detector, resolution, spectrum