

CdZnTe결정의 방사선검출특성에 대한 연구

최삼혁, 전창원, 김룡진

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《새 재료부문의 과학자, 기술자들은 전자공업에 절실히 필요한 화합물반도체와 정밀 사기재료를 개발하고 그 생산을 공업화하기 위한 연구사업을 다그치며 초전도재료와 금속수지복합재료를 비롯한 새 재료들과 우리 나라에 없는것을 대신할수 있는 재료를 개발하기 위한 연구사업도 전망성있게 밀고나가야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 487페이지)

일반적으로 반도체검출기에서 얻어진 신호는 예비증폭단과 기본증폭단에 의하여 증폭되며 이 신호들이 여러가지 방사선측정수단들에 리용된다.[1-4] 여기서 특별히 중요한 것이 예비증폭단인데 방사선에 의하여 반도체검출기에서 발생하는 전기나르개들을 전압이나 전류 혹은 전하신호로 변환하여 예비증폭을 하게 된다.

예비증폭단으로 가장 많이 리용되는것은 방사선에 민감하고 에너르기분해능이 높은 전하수감예비증폭단이다.[3, 4]

전하수감예비증폭단에 대한 선행연구자료[1-3]들이 발표되고있지만 검출기의 종류와 검출기에 걸어주는 편기전압에 따라 전하수감예비증폭단의 요소 및 회로들이 모두 각이하다.

론문에서는 $Cd_{0.8}Zn_{0.2}Te$ 결정의 방사선검출특성을 평가하기 위한 전하수감예비증폭단의 제작과 이 결정의 방사선검출특성에 대하여 연구하였다.

1. 전하수감예비증폭단

이음형마당효과3극소자로서 2SK303을 리용하여 검출기에서 방사선에 의하여 발생된 전하량의 변화를 수감하도록 하였다. 2SK303은 배출극-원천극전압이 수V정도일 때 루설 전류가 수pA인것으로 하여 고저항반도체검출기에 리용할수 있으며 배출극전류가 그리 크지 않아도 되는것으로 하여 전력소비도 작다.

연산증폭기로서 《LF356》을 리용하였다. 《LF356》은 한소편이음형마당효과3극소자입구연산증폭기로서 전원전류와 편기전류, 탈조전류, 잡음전류가 작으며 입구저항이 크고 증폭배수가 높으며 부하용량이 큰 특성들을 가지고있다.

완성된 전하수감예비증폭단은 그림과 같다.

그림에서 보는바와 같이 CdZnTe(CZT)검출소자에 $U = -9V$ 의 외부전압을 가해주어 발생된 나르개들이 검출기에 쌓이지 못하도록 하였다. 이때 귀환저항 R_f 는 $800M\Omega$ 으로서 콘덴서 C_f 의 전기량을 방전시키는 역할을 한다.

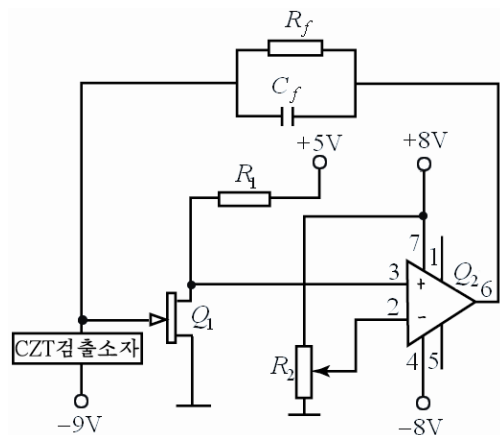


그림. 전하수감예비증폭단

방사선에 의하여 검출기에 전하량이 발생하면 발생된 전기량은 C_f 에 쌓이게 되는데 이 전하에 의하여 마당효과극소자 Q_1 의 조종극준위가 달라지게 된다.

조종극준위의 변화는 배출극전류의 변화를 일으키는데 이 변화가 연산증폭기 Q_2 의 입구에 가해져 증폭되게 된다. 여기서 중요한것은 가변저항을 거쳐 연산증폭기 반전입구의 준위를 조절하는것이다.

비반전입구의 준위는 반도체검출기의 비저항에 따라 조금씩 변하게 되는데 이에 따라 반전입구의 준위도 조절해주어야 연산증폭기의 출구직류준위를 거의 령으로 맞출수 있다.

2. $Cd_{0.8}Zn_{0.2}Te$ 결정의 방사선검출특성

$Cd_{0.8}Zn_{0.2}Te$ 결정은 수직방향결정화(VB)법으로 성장한다. 성장원료인 Cd, Zn, Te를 화학당량비로 계산하고 분석천평으로 평량하여 성장용기에 담은 다음 석영관을 진공배기하여 밀봉한다. 다음 석영관을 수직결정성장로에 설치하고 $728^{\circ}C$ 로 가열하여 Cd를 전부 증발시켜 암플속의 Cd증기압이 $1 \times 10^5 Pa$ 이 되도록 보장한다. 온도가 안정되면 Cd, Zn, Te의 융점보다 높은 $1150^{\circ}C$ 로 고온을 설정하여 서서히 가열한다.

고온부의 최대온도가 $1150^{\circ}C$ 에 도달하면 Cd, Zn과 Te가 반응하여 합성되기 시작한다. 용융물을 6~8h동안 가열하여 충분히 합성한 다음 성장로를 위로 끌어올리면 CdZnTe 결정이 성장된다. 이렇게 성장된 $Cd_{0.8}Zn_{0.2}Te$ 결정은 방온도에서도 비저항이 $10^8 \Omega \cdot cm$ 이상으로서 결정질이 매우 좋으므로 방온도에서 방사선검출기재료로 리용할수 있다.

이 재료를 예비증폭단과 결합하여 $^{137}Cs(662keV)$ 원천에 대한 방사선검출실험을 진행한 결과 방온도에서 수십~수백mV의 높이를 가지고 폭이 $0.5 \sim 2 \mu s$ 인 각이한 임펄스들이 검출되었으며 검출된 임펄스의 개수는 초당 약 104개이다.

^{137}Cs 원천에 대한 방사선검출실험으로부터 $Cd_{0.8}Zn_{0.2}Te$ 결정으로 방온도에서 방사선검출을 충분히 진행할수 있다는것을 확증하였다.

맺 는 말

^{137}Cs 원천에 대한 방사선검출실험결과 $Cd_{0.8}Zn_{0.2}Te$ 결정을 방온도에서 방사선검출에 리용할수 있다는것을 밝혔다.

참 고 문 헌

- [1] W. Gao et al.; Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A 780, 15, 2015.
- [2] C. Fleta et al.; Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A 579, 642, 2007.
- [3] C. J. Kenney et al.; Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A 565, 272, 2006.
- [4] E. Fretwurst et al.; Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A 552, 7, 2005.

On Radiation Detection Properties of CdZnTe Crystal

Choe Sam Hyok, Jon Chang Won and Kim Ryong Jin

we fabricated the charge-sensitive preamplifier for evaluating the radiation detection properties of $\text{Cd}_{0.8}\text{Zn}_{0.2}\text{Te}$ crystal and investigated them. As a result of radiation detection experiments using ^{137}Cs radiation source, we proved that $\text{Cd}_{0.8}\text{Zn}_{0.2}\text{Te}$ crystal was able to be used for radiation detection at room temperature.

Key words: CdZnTe, radiation detector, charge sensitive preamplifier