

군용 방사선 측정기 알파 프로브 센서 제작 및 반응도 평가

강신양·장도운·이철호·강정수·강병휘·박병현·이승규·최창일·이우교·김용균·육영호*·이홍규**·최명진**
한양대학교 원자력공학과, (주)HKCI*, 국방과학연구소(ADD)**

E-mail: ykkim4@hanyang.ac.kr

중심어 (keyword) : 군용 방사선 측정기, 프로브, ZnS(Ag), 알파선, Military radiation sensor

서론

알파 방사선 측정용 군용 프로브 센서는 기본적으로 제작이 쉬워야 하고 저에너지에서부터 고에너지까지의 측정이 가능해야 하며, 오랫동안 사용할 수 있어야 한다.(지나치게 민감하지 않아야 함.) 따라서 알파선 측정용 섬광체 중에서 액체 섬광체 또는 LiI(Eu) 센서 등은 적합하지 않다. 대안으로 선택할 수 있는 섬광체인 ZnS(Ag)는 분말의 형태로 출고되기 때문에 센서로 제작시 도포의 방법을 선택하면 되고 보호막 설치를 통하여 장기간 사용할 수 있게 설계하면 군용으로 사용이 가능하다. 민수용 방사선 검출기의 ZnS(Ag) 섬광체 센서는 일반적으로 진공흡착 방식의 도포를 실시한다. 그러나 군용으로 사용되는 센서를 대량 생산하기 위해서는 공정이 간단하고 비용이 적게 들어야 하기 때문에 에어브러쉬를 이용한 스프레이 흡착이라는 새로운 방법을 사용하였고 Binder는 별다른 가공없이 사용가능한 투명 탑코트를 사용하였다. 연구에서 검증하고자 하는 점은 ZnS(Ag)의 도포 두께에 따른 알파선 반응도와 도포 방법(브러싱, 건식도포, 에어브러싱)에 따른 반응도 차이이다.

재료 및 방법

알파 방사선 측정용 프로브 제작을 위하여 앞에서 기술한 바와 같이 두 가지 측면에서의 연구를 진행하였다. 먼저 에어브러싱 도포방법을 이용한 도포두께별 알파 방사선 반응도 연구를 실시하였고, 다음은 도포 방식에 따른 반응도를 평가하였다. 전자의 연구내용으로 두께별 알파선 프로브 제작시에는 섬광체를 지지하는 바인더로 유기용매(아세트알킬산)로 이루어진 시너(타미야사)와 클리어 컬러의 에나멜 페인트(타미야

사, 탑코트)를 2:8의 비율로 혼합하여 사용하였고, PMMA를 이용한 라이트 가이드(50×50×25mm³)에 도포하여 센서를 제작하였다. 도포 두께는 15, 20, 25, 30, 35, 40 μ m로 도포하였다.[그림 1]



그림 1. 에어브러쉬를 이용한 ZnS(Ag) 도포



그림 2. 리플렉터 테이프와 메쉬처리를 완료한 ZnS(Ag) 센서

사용된 에어브러쉬는 이와타사(Revolution CR)와 올림푸스사(HP-1000)의 0.3mm노즐을 사용하였다. 센서를 제작한 후에는 리플렉터 테이프를 이용하여 센서의 옆면을 반사처리 하였고, 섬광체가 도포되어 있는 부분에는 알루미늄 메쉬를 사용하여 섬광체 도포막을 외부의 충격으로부터 보호하였다.[그림 2] 일반적으로 ZnS(Ag)를 도포하는 공정과는 다르게 군용장비의 특징을 감안하여, 공정이 비교적 간단하고 비용이 적게 드는 에어브러싱 기법을 사용하였다. 도포방법별 알파선 프로브 제작은 브러싱, 에어브러싱, 건식도포의 방법을 사용하여 PMMA로 제작된 라이트 가이드(100×80×25mm³) 표면에 처리하였다.

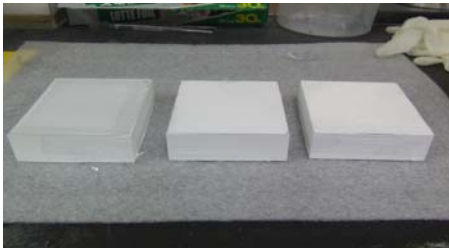


그림 3. 도포방법별 ZnS(Ag) 센서 제작

브러싱 처리는 유기용매(아세트알킬산)로 이루어진 시너(타미야사)와 클리어 컬러의 에나멜 페인트(타미야사, 탑코트)를 2:8의 비율로 혼합한 용액에 ZnS(Ag) 섬광체 분말을 첨가하여 붓을 이용한 방식으로 제작한 것이고, 에어브러싱은 위에서 설명한 내용과 같다. 또한 건식도포는 유기용매(아세트알킬산)로 이루어진 시너(타미야사)와 클리어 컬러의 에나멜 페인트(타미야사, 탑코트)를 2:8의 비율로 혼합한 용액을 라이트 가이드 표면에 도포하고 ZnS(Ag) 섬광체 분말을 체에 걸러 거칠고 두껍게 처리한 것이다.[그림 3]

결과 및 고찰

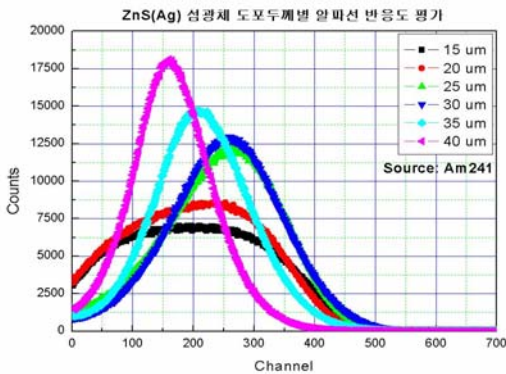


그림 4. ZnS(Ag) 도포두께별 에너지 파고 스펙트럼

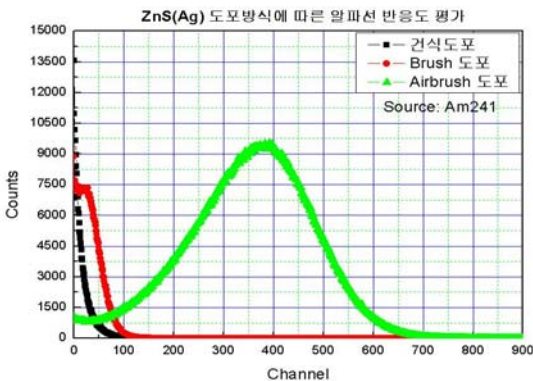


그림 5. ZnS(Ag) 도포방식별 에너지 파고 스펙트럼

ZnS(Ag) 알파선용 섬광체 도포 두께에 대한 반응도 평가 결과는 [그림 4]에서 볼 수 있듯이 30 μm 의 두께로 도포하였을 때 Efficiency와 Resolution 모두 가장 양호한 결과를 나타내었다. 즉, 30 μm 두께의 ZnS(Ag) 도포를 실시하였을 때 계수와 핵종 분석이 동시에 가능한 군용 목적의 프로브를 제작할 수 있다는 결론을 얻었다. 다음으로 도포 방식별 반응도 평가 결과 분석은 [그림 5]에서 볼 수 있듯이 에어브러싱 도포가 알파선용 군용 프로브 센서 제작시에 가장 적합하다는 판단이 가능하다.

결론

표 1. ZnS(Ag) 연구 결과 요약

구분	CPS	핵종분석과 Count를 위한 Shaping	군용 선정
15 μm	2405	불량	
20 μm	2684	불량	
25 μm	2925	양호	
30 μm	2998	매우 양호	●
35 μm	2908	양호	
40 μm	2950	양호	
건식	2607	매우 불량	
브러싱	431	매우 불량	
에어브러싱	2998	양호	●

결과적으로 ZnS(Ag) 분말 섬광체를 군용으로 사용할 시 가공성, 광량, 측정 에너지 범위, 저렴한 가격, 전투중량에 있어 강점을 지니고 있으며 30 μm 정도의 두께로 에어브러싱 도포를 통하여 최대의 효율을 지닌 센서로 제작이 가능하다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 원전방사선안전성향상기술센터와 국방과학연구소를 통한 다목적 방사능 탐지 기술 과제 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 한국원자력연구소, 방사선 계측기술 및 중성자 계측기 기술 개발 현황, (2002).
2. 서범경 · 정연희 · 김계홍 · 이근우 · 정종현 · 한명진, 『Study on preparation of a thin film type of ZnS(Ag) scintillator sheet for alpha-ray detection』, 한국분석과학회, 분석과학지 v19 n5 p389, (2006).
3. K.R. Murali, S. Vasantha, K. Rajamma, 『Properties of pulse plated ZnS films』, Materials Letters 62 p1823 - p1826, (2008).