

중합반응 온도 변화에 따른 플라스틱 섬광체의 제조 조건 도출

남종수*, 최용석, 홍상범, 서범경, 문제권, 최종원

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*namjs@kaeri.re.kr

1. 서론

방사선 센서 및 소재 분야는 의료영상과 산업용 비파괴 검사, 대테러 보안 등의 시장을 중심으로 성장해 왔다. 의료영상 분야는 고감도와 고성능이 요구됨에 따라 섬광체가, 대테러 검색분야는 저가형의 대면적이 요구됨에 따라 반도체 소재가 주로 이용된다[1]. 이처럼 방사선 검출기들은 다양한 소재들을 이용하여 개발되고 있으며, 최근에는 다양한 혁신기술과 융합되어 비약적인 발전을 이룩하고 있다. 이러한 기술적인 발전에도 불구하고 국내 방사선 검출기 분야는 대부분 수입에 의존하고 있는 것이 현실이다. 하지만 일부 연구기관에서는 상용화를 위한 연구를 진행하고 있으며[2], 대표적으로 플라스틱 섬광 검출기의 개발이 활발히 진행되고 있다[3].

플라스틱 섬광 검출기는 PVT(polyvinyltoluene), PS(polystyrene) 등과 같은 고분자 물질에 유기섬광물질로 제1용질 PPO(2,5-diphenyloxazole)와 제2용질 POPOP(1,4-bis[5-phenyl-2-oxazol]benzene)를 첨가하여 중합반응을 이용하여 제조하는 것이 일반적이다[4].

본 연구에서는 고분자 물질로 에폭시 수지를 이용하여 유기섬광물질 PPO, POPOP를 혼합하여 플라스틱 섬광체를 제조하였으며, 중합반응 온도 변화에 따른 섬광체 제조 조건을 도출하였다.

2. 본론

일반적으로 플라스틱 섬광체는 고분자 소재와 유기섬광물질을 혼합하여 제조한다. 고분자는 입사 방사선의 에너지를 흡수하고, 제1용질은 고분자의 에너지를 전달받아 자외선 영역의 섬광을 방출한다. 그러나 이러한 자외선 영역의 파장은 고분자 내에서 쉽게 흡수될 수 있고, 또 섬광계수용 광전자증배관(PMT)의 섬광 응답특성에 적합하지 않다. 따라서 제1용질에서 발생한 섬광을 흡수하여 blue wave 계열의 장파장을 방출하여 매질 내에서 흡수를 줄일 수 있고 PMT에 적합한 파장으로 이동시

키는 역할을 담당하는 wave shifter인 제2용질을 사용한다[4]. 본 연구에서는 고분자 소재로 에폭시 수지를 이용하였으며, 유기섬광물질로는 제1용질로 PPO, 그리고 wave shifter인 제2용질은 POPOP를 사용하였으며, 각각의 흡수 및 발광 스펙트럼은 Fig. 1과 같다.

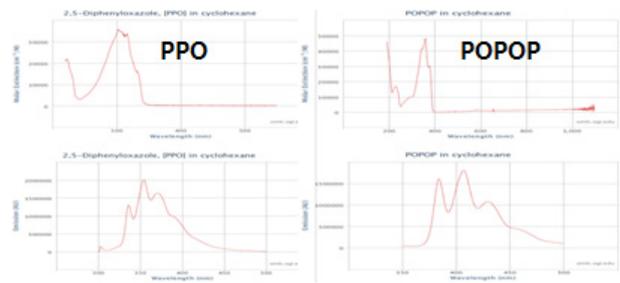


Fig. 1. Absorbance(up) and Emission(down) Spectrum of PPO and POPOP.

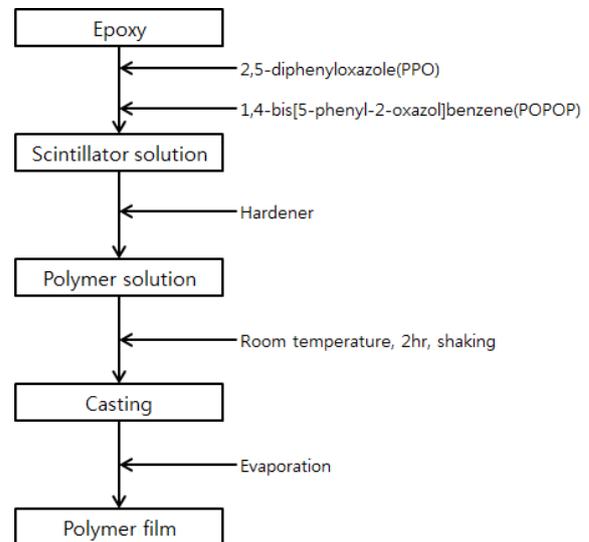


Fig. 2. The Preparation Process of a Film Type of the Plastic Scintillator.

얇은 필름 형태의 플라스틱 섬광체의 제조 과정을 Fig. 2에 나타내었다. 고분자 소재인 에폭시에 PPO와 POPOP를 일정 비율로 넣은 후 경화제를 넣고 상온에서 2 시간 정도 교반기를 이용하여 혼합하였다. 혼합 후 기포가 없음을 확인하고 섬광체의 제거를 쉽게 하기 위하여 폴리에틸렌 필름을 물

드로 이용하여 섬광체의 두께가 2~3 mm 정도의 양이 되도록 넣었다. 폴리에틸렌 필름 위에서 고르게 퍼질 수 있도록 한 후, 전기 오븐에서 중합반응의 온도 조건을 Table 1과 같이 조절하면서 섬광체의 변화를 관찰하였다.

Table 1. The Conditions of Polymerization

No.	Condition
1	120°C (2hr)
2	90°C (12hr) -> 110°C (5hr)-> 130°C (2hr)

3. 결과

중합반응 온도 조건에 따른 섬광체의 변화를 관찰하기 위하여 조건 1번과 2번의 에폭시, PPO 및 POPOP 혼합 비율은 같게 하였으며, 섬광체의 크기는 180 mm(가로) × 260 mm(세로) × 2 mm(두께)로 제조하였다. 중합반응 온도 조건에 따라 제조한 섬광체는 Fig. 3과 같다. 그림에서 보는 것과 같이 중합반응 온도 조건 1번(120°C/2hr)의 경우 건조 시간은 상당히 짧았으나, 건조 과정에서 섬광체에 변형이 발생하였다. 그뿐만 아니라 섬광체의 일부분이 누렇게 변한 것을 볼 수 있었다. 하지만 중합반응 온도 조건 2번(90°C/12hr -> 110°C/5hr -> 130°C/2hr)의 경우 건조 시간은 조건 1번과 비교하여 오래 걸렸으나, 섬광체의 변형이 없음을 볼 수 있었다. 그뿐만 아니라 섬광체가 누렇게 변하는 현상 또한 보이지 않았다.

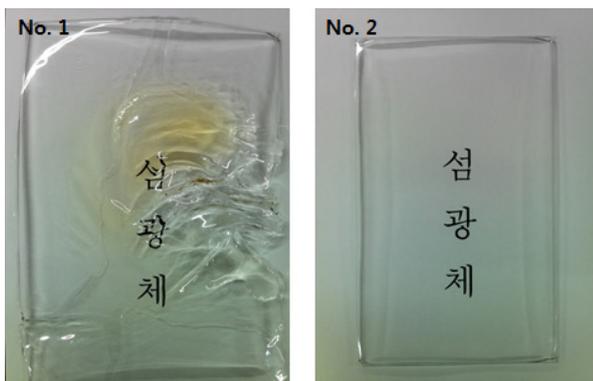


Fig. 3. The Plastic Scintillator.

4. 결론

본 연구에서는 고분자 물질인 에폭시 수지와 유기섬광물질 PPO와 POPOP를 혼합하여 플라스틱 섬광체를 제조하였으며, 제조 시 중합반응 온도 조건에 따른 섬광체의 변화를 관찰하였다. 그 결과 다소 시간은 오래 걸렸으나 저온(90°C)에서 고온(130°C)으로 중합반응 온도를 변화시키면서 섬광체를 제조하는 것이 섬광체 모양이 변형이 없고, 황변 현상 없이 제조할 수 있음을 알 수 있었다. 더 낮은 온도(60°C)에서부터 마찬가지로 고온까지 온도를 변화시켜 섬광체를 제조해 보았으나, 온도가 낮아 12 시간이 지나도 굳지 않거나, 또는 고온에서 굳었다 하더라도 강도가 약하여 약간의 힘만 주어도 섬광체가 부러지는 것을 볼 수 있었다. 이처럼 본 연구를 통하여 플라스틱 섬광체 제조 시 최적의 중합반응 온도 조건을 도출할 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] 권영만, "국내·외 방사선 센서 기술 및 동향", (재)전북테크노파크, 2014 이슈앤티크, vol.35.
- [2] 문병수 외, "방사선 계측 및 이용장비 개발", KAERI/RR-1997/99, 한국원자력연구소 (2000).
- [3] 이우교, 김용균, 김정복, 정종은, 홍석봉, "RMS 용 beta 입자 검출기 제작", 한국원자력학회 2003 추계학술발표회 논문요약집, 416 (2003).
- [4] 서범경, 김계홍, 우주희, 오원진, 이근우, 한명진, "얇은 필름 형태의 베타선 측정용 플라스틱 섬광 검출기 제조", 분석과학회지, 18(6), 495-499 (2005).