

## Vertical Bridgman 방법을 이용한 스틸벤 단결정 성장 및 특성평가

조 광 호 · 이 승 규 · 손 재 범 · 김 용 균\*  
한양대학교 원자력공학과  
E-mail: ykkim4@hanyang.ac.kr

중심어 : Vertical Bridgman 성장법, 단결정, stilbene, emission 파장, 중성자-감마 분리

### 서 론

섬광체를 이용하여 고속 중성자를 측정하고자 할 때는 수소가 포함된 유기 섬광체가 가장 적합하다. 그러나 유기 폴리머는 중성자와 감마선의 신호를 분리할 수 없고, 액체 섬광체는 플라스틱 섬광체처럼 유기 단결정 섬광체보다 광량이 적고, 유독성이 있으며 인화성이 강한 단점이 있기 때문에 스틸벤과 같은 유기 단결정 섬광체가 고속 중성자 검출에 가장 적합하다.

스틸벤의 섬광 효율은 NaI의 30% 정도로 낮지만 하전 입자와 전자에 의해 생성된 섬광을 비교하는 데 좋은 장점을 가지고 있고, 이를 이용하여 백그라운드로 작용하는 감마선을 구별하여 중성자를 측정하는데 널리 이용되어져 왔다. 그러나 현재 국내의 스틸벤 단결정 성장에 대한 연구는 대학원 연구실 수준의 연구에만 그치고 있는 실정이다.

본 연구에서는 고속 중성자 측정에 적합한 단결정 스틸벤을 성장하였으며, 성장시킨 스틸벤 유기 섬광체의 특성을 우크라이나에서 제작한 reference 스틸벤과 비교 분석을 수행하였다.

### 방 법

본 연구에서는 Vertical Bridgman법을 이용하여 단결정 스틸벤을 성장시키고, 성장시킨 스틸벤의 특성을 평가하였다. Bridgman법은 두 개의 온도가 다르

게 조절되는 전기로를 아래위로 설치하고 그 내부에 밀폐된 앰플 내에 성장하고자 하는 물질의 원료시약을 넣은 다음 높은 온도 영역의 전기로에서 녹은 앰플 내부의 시약이 낮은 전기로 영역으로 이동하면서 아랫부분에 서서히 핵형성이 되고 앰플 내 전체 시약이 결정성장이 되도록 유도하는 방법이다. Bridgman 성장로는 Fig. 1과 같다.



Fig. 1. Bridgman technique furnace

앰플 크기는 직경 40 mm로 제작하여 스틸벤 시료를 넣고 성장시켰고, 성장한 스틸벤은 직경 40 mm에 높이 17 mm 크기로 제작하여 특성평가를 실시하였다.

성장된 스틸벤의 특성평가는 분광기를 이용해 emission 파장을 측정하였고,  $^{252}\text{Cf}$ 를 가지고 성장한 스틸벤의 중성자-감마 분리를 확인하였다. 이때 signal processing은 n/γ separation processor인 FPGA가 내장된 Flash ADC를 이용하였다. 이것은 감마와 중성자의 펄스를 비교하는 방식으로 펄스의

tail 과 body 비율에 따라 중성자와 감마 신호를 분리  
시킬 수 있다.[2]

## 결 과



Fig 2. Grown stilbene by Bridgman technique

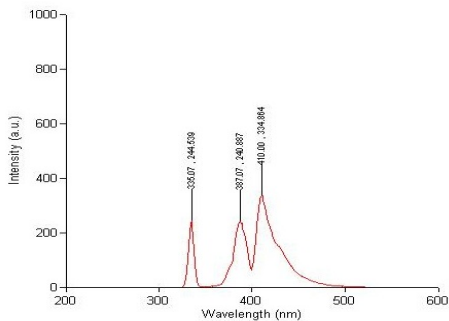
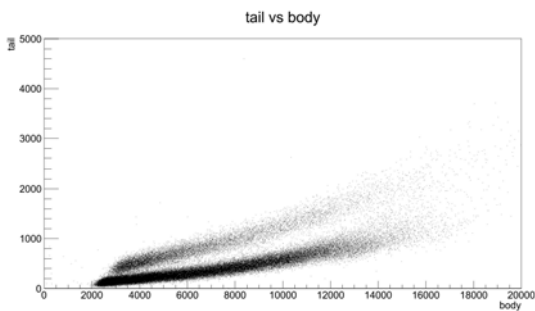


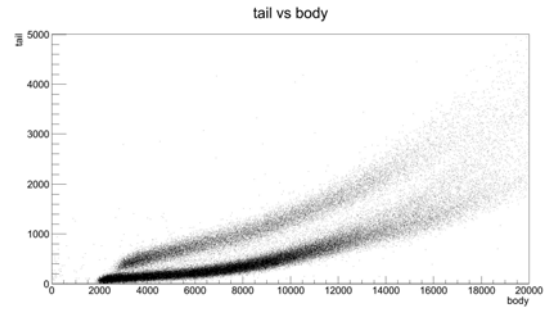
Fig. 3. Emission wavelength spectrum of stilbene

스틸벤의 고유특성인 emission 파장은 440 nm 정  
도이다. Fig. 3에서 보는바와 같이 335 nm 영역은 스  
틸벤이 흡수한 excitation 파장 값이고, 380~500 nm  
까지 emission 파장이 나오는 것을 확인할 수 있다.

Emission 파장을 보면 파장영역이 두 개로 나뉘지  
는 것을 확인 할 수 있는데 이것은 유기화합물이 생  
성될 때 불순물로 인한 결과이다.



(a)



(b)

Fig. 4. (a) Grown stilbene and (b) reference stilbene n/γ  
separation spectrum with <sup>252</sup>Cf

성장한 스틸벤의 사이즈가 reference 스틸벤에 비  
해 크기가 작기 때문에 Fig. 4와 같이 고에너지 중성  
자 감마에 대한 response가 나타나지 않고 있으나,  
중성자-감마 분리도는 유사하게 나타났다.

## 결 론

본 연구에서 성장한 스틸벤을 이용하여 특성파장을  
확인하였고, PSD(Pulse Shape Discrimination) 방법  
중 charge comparison method 적용하여 중성자 진  
단에 필요한 중성자-감마 분리 실험을 성공적으로 수  
행했다.

향후, 고순도 스틸벤 성장을 위한 연구를 진행하여  
중성자 진단이 필요한 핵융합 실험 등 다양한 분야에  
적용을 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 김용균, 김봉환, 김교윤, 김길정, 권석근, 박태순, 서  
범경, “방사선 측정과 취급” 한국원자력연구소  
(2004)
2. J.H. Heltsley, et. al., Nucl. Instr. And Meth. A  
263 (1988) 441