

## 광섬유 섬광체를 사용한 베타프로브 연구

전 상 준 · 박 진 훈 · 문 혜 진 · 주 관 식

명지대학교 물리학과  
E-mail: ksjo@mju.ac.kr

중심어 : 광섬유 섬광체, 베타프로브, 실리콘광증배소자

### 서 론

방사성 동위원소를 사용하여 인체 장기나 조직의 기능 또는 대사영상 구현, 질병의 진단 등의 목적으로 감마카메라, 양전자방출촬영, 단일광자방출단층촬영 등 다양한 핵의학 장치들이 사용되고 있다. 대부분의 핵의학 장치는 부피가 크고 이동이 어려워 수술시에는 잔여병소를 정확하게 검출하기 위한 베타프로브가 사용된다. NaI(Tl)과 광전자 증배관, 포토다이오드 등으로 이루어진 베타프로브가 사용되고 있으나 광전자 증배관은 부피가 크고 포토다이오드는 광증배율이 소형 프로브가 사용되고 있으나 대부분 광전자증배관을 사용하여 부피가 크거나 포토다이오드를 사용하여 낮은 광증배율을 갖는 단점이 있다.

본 연구에서는 광전자증배관에 비해 매우 작은 부피와 낮은 인가전압, 높은 증폭률 등의 장점을 갖고 있는 실리콘 광증배소자와 광섬유형태의 섬광체를 사용하여 잔여병소 검출용 베타프로브를 연구하였다.

광섬유 섬광체는 실효 원자번호가 작기 때문에 감마선보다는 베타선 측정에 용이하다. 광섬유 섬광체를 사용하여 단일채널의 베타프로브를 제작하였고, 베타선 검출시 공간분해능을 떨어뜨리는 요인이 되는 감마선 노이즈를 제거하여 방사선원의 위치관별을 정확하게 하기 위한 연구를 하였다. 일반적인 소형 베타프로브는 단일채널로 되어 방사선원을 검출하는데 있어서 방향성을 갖지 못한다. 감마선 노이즈를 제거한 베타프로브의 측정결과를 바탕으로 방향성을 갖는 다채널 베타프로브를 제작하였다.

### 재료 및 방법

실리콘 광증배소자와 Saint-Gobain사의 BCF-12 광섬유 섬광체를 사용하였다. BCF-12 섬광체를 2cm 길이로 자른 후 실리콘광증배소자와 결합할 단면에서의 접합손실을 줄이기 위해 polishing paper로 가공하였다. 단면가공 후 섬광체에서 발생하는 광자의 전반사를 향상시키기 위해 BC-620 Reflective paint를 코팅하고 실리콘 광증배관과 결합할 부분을 다시 polishing paper로 가공하였다.

섬광체 측면에서 들어오는 방사선을 차단하기 위해 가공한 섬광체의 측면은 lead foil을 씌우고 방사선을 맞을 정면 부분은 Aclye paint를 도포하여 방사선 외의 가시광선이 들어오는 것을 차단하였다.

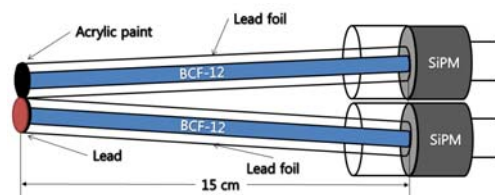


fig. 1. 베타프로브 구조도

섬광체와 실리콘 광증배소자는 BC-630 유기섬광체용 광구리스를 사용하여 접합하였으며 감마선 백그라운드 노이즈를 제거하기 위해 두 개의 검출기를 사용하여 베타선만을 측정할 수 있게 제작하였다. 한 개의 검출기는 베타선과 감마선이 모두 들어올 수 있게 만들고 다른 한 개의 검출기는 검출 표면을 납으로 차폐하여 감마선만을 측정할 수 있게 만들었다. 감마선

검출기의 납 두께는 PENELOPE 전산모사 프로그램을 사용하여 설계하였다.(fig.1)

감마선 노이즈를 제거한 베타프로브의 측정결과를 바탕으로 방사선원의 방향과 위치를 탐지할 수 있는 12채널 프로브를 fig.2와 같이 제작하였다.

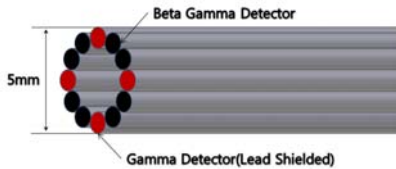


fig. 2. 12채널 베타프로브 구조도

12채널중 8채널은 베타선과 감마선을 모두 검출할 수 있게 제작하고, 4개의 채널은 감마선만을 측정할 수 있게 제작하여 감마선 노이즈를 제거할 수 있게 하였다.

### 결과 및 고찰

베타선과 감마선을 동시에 받아들이는 채널과 감마선만을 검출하는 채널을 동시에 사용하여 Na-22 선원과의 거리와 위치에 대한 검출량을 측정된 결과 베타선과 감마선을 동시에 받아들이는 채널의 반폭치는 4.575 mm, 베타선을 차단하여 감마선만을 측정된 채널의 반폭치는 6.565 mm 로 측정되었다. 감마선 측정 채널의 측정값을 베타선과 감마선이 동시에 들어오는 채널의 측정값에서 뺀 경우 2.795 mm의 반폭치로 감마선을 빼지 않은 경우보다 2배 이상 위치분해능이 향상되었다.(fig.3)

방향성을 갖는 다채널 베타프로브를 사용하여 Na-22방사선원을 탐지한 결과 fig.4와 같이 방사선원의 방향을 탐지할 수 있음을 확인하였다.

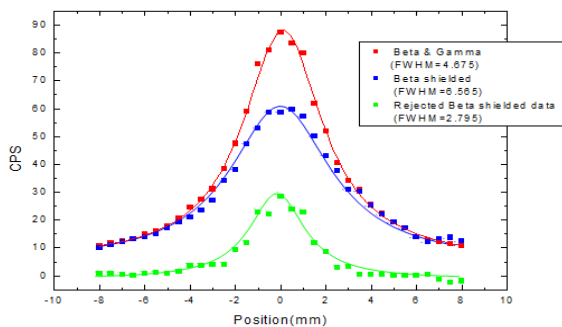


fig. 3. 베타프로브의 위치분해능 측정 결과

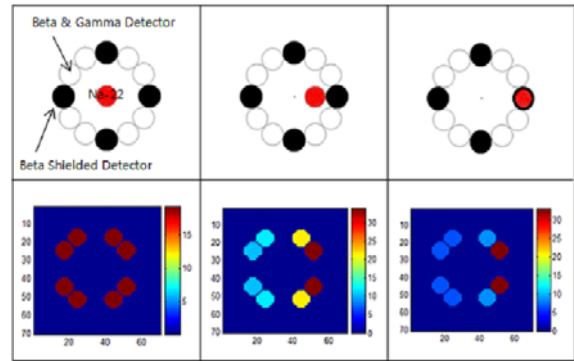


fig. 4. 다픽셀 베타프로브의 방사선원 탐지 결과

### 결론

베타프로브의 공간분해능을 저해시키는 요인인 감마선 백그라운드 노이즈를 제거하여 위치분해능을 60% 이상 향상시킬 수 있었고 이를 사용한 다채널 베타프로브는 방사성 선원을 탐지함에 있어 선원의 방향을 측정할 수 있게 하여 기존의 프로브 검출기보다 잔여병소의 위치 검출에 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

### 참고 문헌

1. S. V. Tipnis, V. V. Nagarkar, and I. Shestakova, "Feasibility of betagamma digital imaging probe for radioguided surgery," IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 51, no. 1, pp. 110-116, Feb. 2004.
2. S. A. Gulec, F. Daghighian, and R. Essner, "PET-Probe: Evaluation of technical performance and clinical utility of a hand-held high energy gamma probe in oncologic surgery," Ann. Surg. Oncol., pp. 1 - 7, 2006.
3. A. Del Sole, R. Moncayo, G. Tafuni, and G. Lucignani, "Position of nuclear medicine techniques in the diagnosis work-up of brain tumors," Quart. J. Nucl. Med. Mol. Imag., vol. 48, pp. 76 - 81, 2004.
4. O. Schillaci, G. D'Errico, and R. Scafe et al., "Sentinel node detection with imaging probe," Tumori, vol. 88, pp. S32 - S35, 2002