

## 중성자 측정을 위한 GEM 검출기 재구성

박광준, 박세환, 이태훈, 한보영, 조영환, 신희성  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
[kipark@kaeri.re.kr](mailto:kipark@kaeri.re.kr)

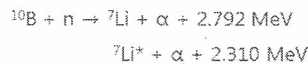
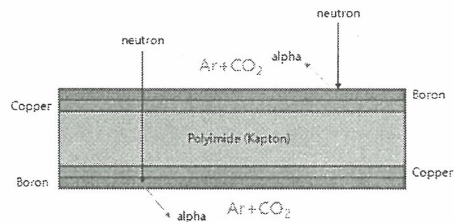
### 1. 서론

GEM(Gas Electron Multiplier) 검출기는 고에너지 충돌 입자의 궤적을 추적하기 위해서 유럽 입자물리연구소(CERN)에서 처음 개발되었다. 기존의 소형 검출기로는 넓은 공간에서 퍼져 나가는 입자를 모두 측정할 수가 없기 때문에 얇으면서도 큰 면적을 갖는 검출기가 필요하게 되었으며, 1990년대 중반 F. Sauli에 의해서 GEM foil이 처음 고안되었다[1]. 이 foil은 열, 전기저항, 방사선 저항 등의 특성이 우수한 Polyimide film을 바탕으로 양면에 전극으로서 구리를 코팅하고, 화학적 부식방법을 이용하여 70 $\mu$ m 직경으로 약 140 $\mu$ m 간격으로 촘촘히 구멍을 뚫어 놓은 형상을 갖고 있다. 양 전극간의 간격이 불과 50 $\mu$ m 정도로 짧기 때문에 HV가 인가될 때 상대적으로 강한 전기장이 발생하며, 이로 인하여 작은 공간에서 많은 수의 전자가 발생한다. 검출기내에 이러한 GEM foil을 여러 단으로 설치하게 되면 foil 수에 비례하여 증폭율이 높아지게 된다. 이러한 검출기를 고속입자 측정 이외의 다른 입자나 방사선을 측정하는데 사용하기 위한 연구가 여러 나라에서 수행되고 있으며, 우리도 방사선 물질 취급시설에서 사용할 수 있는지를 검토하여 응용분야를 찾는 것이 본 연구의 목적이다. 일반적으로 기체 검출기는 반도체 검출기에 비해 에너지 분해능이 낮다. 따라서 핵물질 제량이나 핵종 판별을 요하는 목적으로는 활용하기가 어렵다. 그러나 사용후 핵연료를 포함한 방사성 물질 취급시설에서의 핵물질 또는 안전관리 모니터로서의 활용 가능성을 검토해볼 가치가 있다고 판단되며, 또한 대면적의 다양한 형태의 검출기 제작이 가능하므로 의료분야, 방사성물질 탑재차량에 대한 검문검색 등에도 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

### 2. 중성자 측정을 위한 GEM 검출기 구조 수정

본 연구에서는 GEM 검출기의 중성자 측정 가능성을 확인하기 위하여 GEM foil표면에 Boron

을 magnetron sputtering 방법으로 코팅하였다. GEM 검출기는 Ar+CO<sub>2</sub> 또는 Ar+CH<sub>4</sub> 기체를 사용하기 때문에 중성자가 이들 기체를 직접 이온화시키지 못한다. 그래서 중성자를 Boron 층에 충돌시켜 (n, $\alpha$ ) 반응을 일으키게 한 후,  $\alpha$ -입자가 Ar+CO<sub>2</sub> 기체를 이온화시키고, 이온화 과정에서 발생하는 전자가 GEM foil 구멍을 통과하면서 높은 전기장의 영향으로 많은 전자를 생성시키게 하였다. 또한  $\alpha$ -입자를 될 수 있는 한 많이 발생시키기 위해서 주 cathode 안쪽에도 Boron을 코팅하는 방법을 채택하였다. 아래의 그림은 실험용 소형 n-GEM 검출기내  $\alpha$ -입자 발생 원리를 도식적으로 보여준다.



$\alpha$  interaction with Ar+CO<sub>2</sub> gas  $\rightarrow$  electron production  
 Fig. 1. Schematic description of alpha-particle production by B(n, $\alpha$ )Li reaction on the boron layer coated on GEM foil.

### 3. 결론

일반 GEM 검출기로는 중성자를 직접 측정할 수가 없기 때문에 기존의 GEM foil과 cathode 표면에 Boron을 코팅시켜 중성자가 입사할 경우, B(n, $\alpha$ )Li 반응을 일으켜 전리방사선을 발생케 하는 방법을 채택하여 실험용 n-GEM 검출기를 구축하였다.

#### 4. 참고문헌

- [1] F. Sauli, GEM: A New Concept for Electron Amplification in Gas Detectors, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 386, pp.531-534, 1997.