구부린 완전결정을 이용한 중성자 단색기의 원리

최용남, 김신애, 이창희, P. Mikula*

한국원자력연구소 하나로이용기술개발부, dragon@kaeri.re.kr

**Nuclear Physics Institute, Czech Republic*

원자로에서 핵분열에 의해 생성된 고에너지 중성자는 감속재를 통해 열평형에 의해 에너지가 낮춰져 통계적 분포, 즉 Maxwell-Boltzman 운동에 따른 에너지 스펙트럼을 갖게 된다. 중성자 산란장치는 통상 단색빔을 이용하므로 단색기(monochromator)를 통해 이 분포에서 특정 파장의 중성자빔을 인출, 즉 단색화한다. 이때 단색기는 각각의 중성자 산란장치에 사용할 수 있는 특정 파장의 중성자빔을 인출하면서도, 파장의 퍼짐을 적절하게 조절하여 높은 중성자속(neutron flux)을 가지며 분해능도 또한 좋아야 한다.

전통적으로 많이 사용하는 단색화 방법은 결정의 내부결함을 유도하여 만든 모자익(mosaic) 결정을 이용하는 것이다. 이 방법은 특정 파장을 얻으면서도 좋은 분해능과 높은 중성자속을 갖는 모자익 결정을 만들기가 어렵고, 한번 결정된 단색기의 특성을 바꿀 수 없는 단점이 있다. 1980년대부터 몇몇 그룹이 거의 완전하게 성장된 단결정 슬랩을 미세하게 구부려서 탄성변형을 주어 effective 모자익 구조를 발생시킨 '구부린 완전결정(bent perfect crystal, BPC)' 단색기를 개발하여 특정 목적에 활용하는 시도를 하였다.

BPC 단색기는 단색화된 중성자빔을 집속(focusing)할 수 있으며, 결정의 구부림 정도를 조절하고 배치 기하를 바꿈으로써 다양한 특성을 갖는 단색빔을 얻을 수 있는 장점이 있다. 이렇게 단색기의 기하학적 변수를 조절함으로써 회절빔의 집속도와 분해능을 조절할 수 있어서 잔류응력 측정이나 단결정 회절 및 집합조직 측정장치 등에 적용할 수 있다. 본 연구에서는 BPC 단색기의 원리와 여러 배치기하에 따른 빔의 특성을 소개하고자 한다.

* 본 연구는 과학기술부 원자력연구개발 사업의 일환으로 수행되었음