

수십 MeV 양성자빔을 이용한 금속나노입자 제조 기술 및 장치

김계령, 정명환, 나세진

한국원자력연구원

수 MeV~수십 MeV 양성자빔을 이용해 백금, 은 등의 나노입자 제조실험을 수행하였다. 나노입자는 의료분야와 산업 분야에서 그 응용성이 다양해 여러 지 방법을 이용한 제조기술이 개발되고 있다. 전자빔, 감마선, 양성자빔 등의 방사선을 이용한 나노입자 제조방법은 가장 널리 이용되고 있는 화학적 제조방법에 비해 비교적 공정이 단순하다는 장점을 가지고 있지만 공정 변수의 제어방법이 확립되어 있지 않아 이에 대한 연구가 필요한 실정이다. 특히, 양성자빔의 경우 에너지에 따른 투과깊이의 조절과 플럭스나 총 선량, LET (Linear Energy Transfer) 등의 변수와 제조된 나노입자의 상관관계 등에 대한 연구가 선행되어야 한다. 본 논문에서는 백금산 용액을 이용한 나노입자 제조 결과와 대면적 양성자빔을 이용하기 위한 초음파 이용 나노입자제조장치의 제작 및 실험결과에 대해 논하고 향후 건설될 100MeV 선형 양성자가속장치의 나노입자 제조실험에의 응용을 위한 이용시설을 소개하고자 한다.

나노입자 제조실험은 한국원자력의학원의 MC-50 싸이클로트론을 이용하여 수행하였으며, 가속기로부터 인출되는 에너지는 35, 45MeV, 빔전류는 수십 nA~수 μ A의 범위 내에서 조절하였다. 제조된 나노입자는 TEM을 이용하여 그 크기와 분포를 관찰하였다.

대면적의 양성자빔을 이용하는 경우, 수mm의 두께와 수십 cm의 직경을 가지는 원반 모양의 시료용기를 사용하여 양성자빔의 에너지와 선량을 정확히 조절할 수 있게 되는데 이 때 용기 내 시료와 양성자빔간의 균일한 반응을 위해 용액을 적절하게 섞어 주어야만 한다. 이러한 목적으로 초음파를 이용하여 나노입자 제조장치를 제작하여 실험을 수행하였다.

나노입자 제조는 현재 교과부의 지원으로 경주 건천지역에 건설되고 있는 100MeV 선형양성자가속기의 주요 이용 분야 중의 하나로 20MeV 빔라인 중 한 개의 빔라인과 표적실을 나노입자 제조 등의 실험을 위한 시설로 구축 중이다. 최대 평균전류 1.6mA 까지 가능하고 펄스폭은 0.05~1.33 msec까지 조절가능하도록 개발되고 있다.

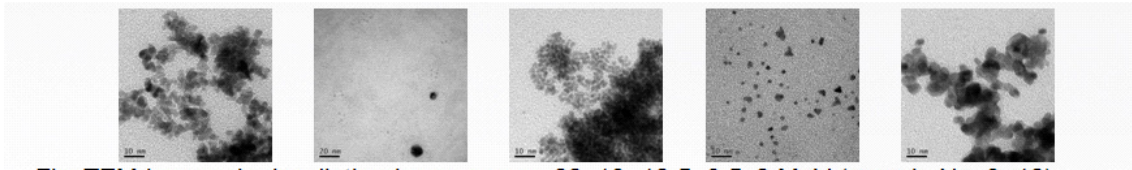


Fig. TEM images by irradiation beam energy 22, 18, 12.5, 6.5, 2 MeV (sample No. 8~12)

Table : The energy and particle size in samples

| Sample No. | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------|-----|-----|------|-----|-----|
| Energy (MeV) | 22 | 18 | 12.5 | 6.5 | 2 |
| Average size (nm) | 5.2 | 3.7 | 2.2 | 2.6 | 6.3 |

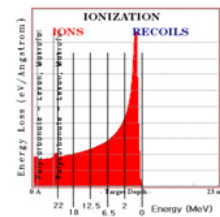
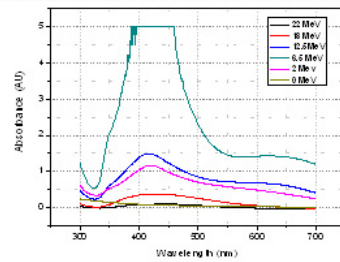
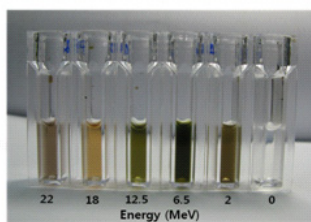


Fig. Change the color of the sample and UV-Vis analysis and SRIM simulation of proton beam ionization and incident energy by location

Keywords: 양성자빔, 선형양성자가속기, 나노입자