

열플라즈마를 이용한 Silver Nano Powder 의 제조

이상훈, 박동화*
인하대학교 화학공학과
(dwpark@inha.ac.kr*)

Preparation of Silver Nano Powder by Thermal Plasma

Sang Hoon Lee, Dong-Wha Park*
Department of Chemical Engineering, INHA University,
(dwpark@inha.ac.kr*)

서론

수십에서 수백 나노미터에 이르는 극히 작은 영역에서 물질 혹은 소자를 다루는 나노 소재 기술은 기존 소재로는 얻을 수 없는 새로운 기능 및 특성들을 나타낼 수 있다. 산업이 발달함에 따라 나노 크기의 결정립을 갖는 재료를 제조하여 첨단 산업기술 분야에 응용하려는 연구가 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 따라서 다양한 나노 금속 분말을 제조하고 활용하기 위해서 다양한 연구가 수행중이다.

금속 나노 분말을 제조 공정을 분류해 보면 크게 물리적 제조법과 화학적 합성법이 있다[1-6]. 물리적 제조 방법으로는 기계적으로 덩어리를 분쇄하여 나노미터 크기까지 작게 하는 방법[1-3]이 있으며 열 또는 전자빔 등의 높은 에너지를 대상 금속에 가하여 용해시킨 후 증발, 응축하여 나노 분말을 얻는 방법이 있다[4-5].

본 실험에서는 물리적 제조법인 기상합성법을 활용하였다. 기상합성법중에 하나인 열플라즈마 공정을 이용하여 은 나노 분말을 제조하였다. 흑연 도가니에 덩어리의 은을 넣고 플라즈마의 고온을 이용 직접적으로 가열, 증발시켜 은 나노 분말을 제조 하였다. 제조된 분말은 XRD, TEM 등을 이용하여 분석하였다.

실험방법

은 나노 분말을 열플라즈마를 이용하여 합성하였다. 실험 장치의 개략도는 Fig.1 에 나타내었다. 실험은 흑연도가니에 덩어리의 은을 넣고 플라즈마로 직접 가열시켜 용융, 증발시켰다.

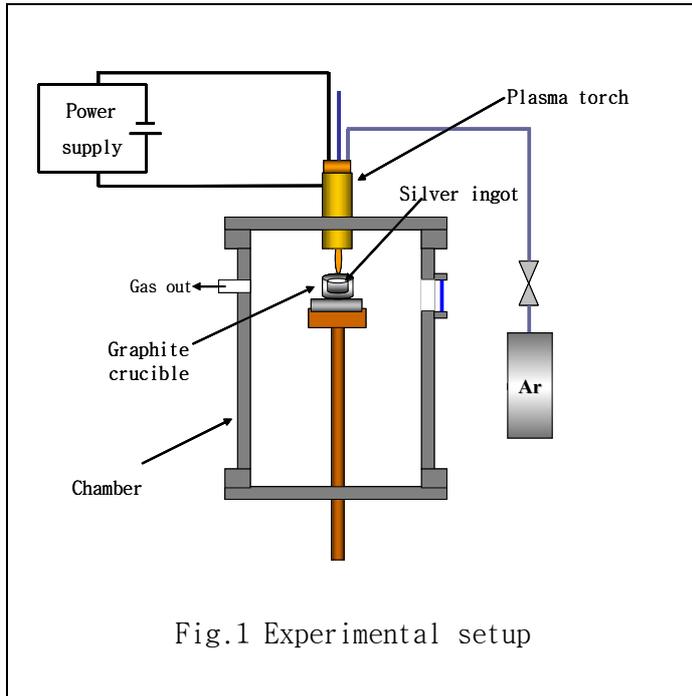


Table 1. Experimental conditions

Plasma power	5 kW
Plasma gas	Ar(15 L/min)
Pressure	760 torr
Distance	0 ~ 10 mm
Operating Time	10 min

플라즈마 토치와 흑연 도가니와의 거리는 0 ~ 10mm 로써, 플라즈마 불꽃에 직접 영향을 받아 가열, 용융된 덩어리의 은이 증발되도록 되어있다. 플라즈마 토치와 챔버 상판은 상온의 물을 이용하여 고온에 견디게 계속적으로 냉각 시켜주었다. 실험은 대기압에서 수행되었다. 플라즈마 전압은 25V, 전류는 200A로 세팅하여 플라즈마 전력을 5 kW로 실험하였다. 플라즈마 발생 가스인 Ar 15 L/min의 유량으로 흘러주면서 10분 동안 실험을 수행하였다. 제조된 은 나노 분말의 성분과 구조를 알아보기 위해 XRD, TEM 으로 분석하였다.

결과 및 고찰

열플라즈마 공정을 이용한 은 나노 분말을 합성할 경우 플라즈마에 의해 증발된 은은 급격한 냉각 공정을 거쳐 플라즈마 토치와 반응기 상부에 증착된다. 따라서 이러한 공정 특성상 후처리 없이 순수한 은 나노 분말을 제조 할 수 있었다. Fig. 2는 은 나노 분말의 XRD 분석 결과이다. 그림에서 a) Commercialized silver nano powder 과 b) Prepared silver nano powder를 XRD 분석 결과로 비교하였다. a) Commercialized silver nano powder 과 b) Prepared silver nano powder의 peak position을 비교해 보면 열플라즈마 공정을 이용하여 제조한 은 나노 분말의 XRD와 일치함을 보여주고 있다. 제조된 은 나노 분말은 덩어리의 은을 직접 가열시켜 용융, 증발된 것을 빠른 냉각 공정을 통해 얻

어지므로 불순물이 포함되지 않았다. 따라서 제조된 은 나노 분말과 a) Commercialized silver nano powder의 XRD pattern을 비교하였을 때 순수한 은 나노 분말이 제조되었음을 확인 할 수 있었다.

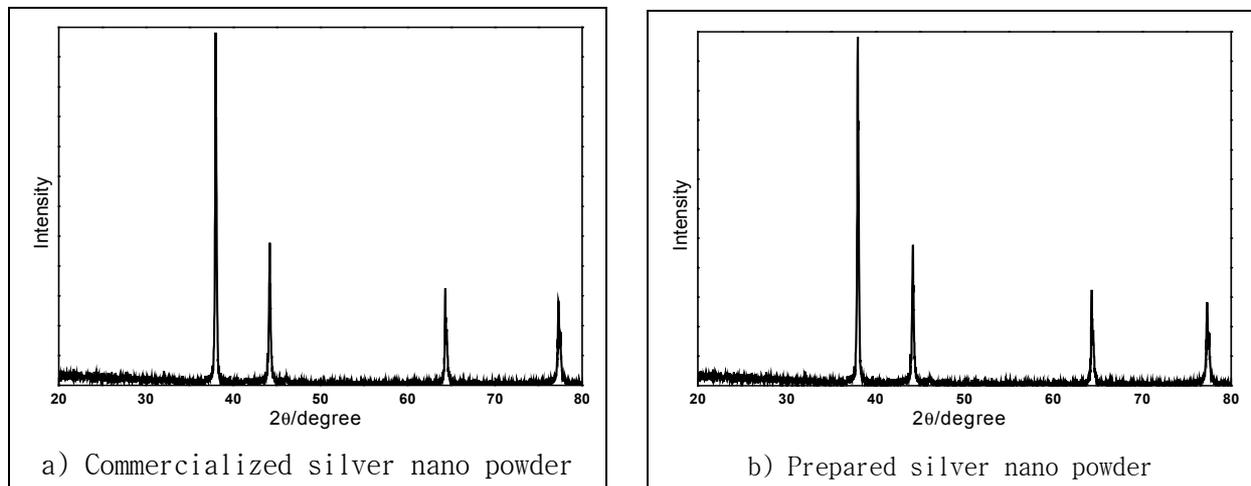


Fig.2 X-ray diffraction of silver nano powders

Fig. 3은 제조된 은 나노 분말의 TEM 사진이다. 제조된 은 나노 분말은 100 nm 에서 200 nm의 크기를 갖고 있음을 확인하였다.

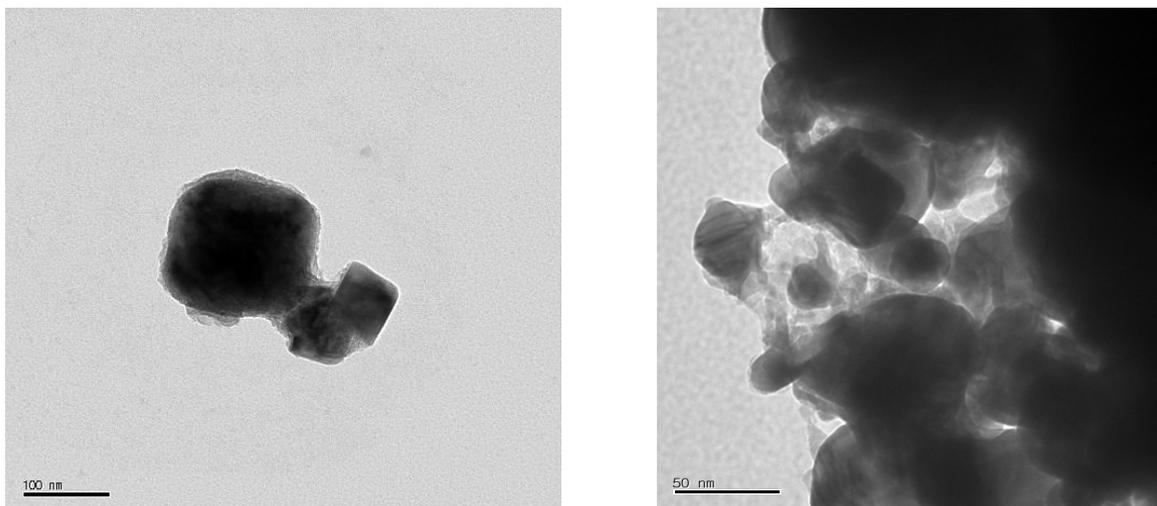


Fig.3 TEM image of silver nano powder

결론

열플라즈마 공정을 이용하여 은 나노 분말을 합성하였다. 비교적 간단한 실험장치를 통해 짧은 시간 동안 실험을 수행하였다. 공정 특성상 후처리 공정 없이 은 나노 분말을 제조 할 수 있었다. XRD, TEM 분석을 통해 순수한 은 나노 분말이 합성됨을 확인하였다.

참고문헌

1. Z. Karoly, J. Szepvolgyi., "Plasma spheroidization of ceramic particles" , Chemical Engineering and Processing., Vol.44, 221-224 (2005)
2. 안재평, 박종구, 허무영; 대한금속학회지, 34, 877 (1996).
3. Lirong Tong, Ramana G. Reddy., "Synthesis of titanium carbide nano-powders by thermalplasma" , Scripta Materialia, Vol. 52, 1253-1258 (2005)
4. S. M. Oh, D. W. Park., "Preparation of AlN fine powder by thermal plasma processing" , Thin Solid Films., Vol. 316, 189-194 (1998).
5. P. K. Mishra, B. B. Mohanty, B. B. Nayak., "Fine silica powder preparation by use of a transferred arc thermal plasma reactor" , Materials Letters., 23 153-156 (1995)
6. K. D. Kim, D. N. Han, H. T. Kim., "Optimization of experimental conditions based on the Taguchi robust design for the formation of nano-sized silver particles by chemical reduction method" , Chemical Engineering Journal, Vol. 104, 55-61 (2004)