

## 선폭(Wire Explosion)법에 의한 초미세 분말의 제조 (Production of Ultrafine Powder by Wire Explosion Method)

울산대학교 재료금속공학부 정용훈\*, 이도현, 김지순, 권영순

### 서론

선폭(Wire Explosion)법은 금속 와이어에 고전압 전류충격을 주어 미세한 입자나 증기 상태로 폭발시킴으로써 미세분말을 제조하는 방법으로, 폭발이 일어나는 동안  $10^4 \sim 10^6\text{K}$ 의 온도에 도달하고, 공정이  $1 \sim 50 \mu\text{sec}$  동안에 일어나므로 형성된 분말입자의 quenching이 일어나며, 공정조건의 조절을 통하여 나노크기의 초미세 분말 제조가 가능한 것으로 알려져 있다.

선폭법과 관련된 연구는 일찍이 Narine(1774)이 금속와이어의 스퍼터링에 흥미를 갖게 되면서부터 시작되어, J. A. Anderson(1920)이 분광기를 이용하여 분석, 이론화하면서부터 실질적인 연구가 시작되었다. 이후 미국과 러시아에서 상당한 연구가 수행되었으며, 일본에서는 21세기 최첨단 기술과 재료 개발을 목표로 수행되고 있는 'ERATO' program에 포함되어 연구가 진행 중에 있다.

선폭법에 영향을 미치는 공정인자로는 인가 전압의 크기, 장비의 capacitor 용량, 장비 내 전체 회로의 인덕턴스와 저항, 임피던스 등과 원재료 와이어의 직경과 길이, 폭발 시간과 chamber 내 가스의 압력 등을 들 수 있다. 이와 같은 다양한 변수는 공정 제어를 어렵게 하여 실용화에 걸림돌이 되어 왔으나, 최근 러시아의 톰스크 공대 과학자들에 의해 이들 공정변수를 단순화할 수 있는 이론이 정립됨으로써 실용화에 새로운 계기가 될 수 있을 것으로 기대되고 있다.

본 연구에서는 톰스크 공대에서 개발된 이론과 장비를 이용하여 원재료 와이어(Al)에 인가되는 전기 energy 값을 변화시켜 분말을 합성하고, 제조된 분말의 특성을 평가하여 이들 이론의 검증과 활용 가능성을 조사하고자 하였다.

### 실험방법

원재료 와이어의 승화에너지를 감안하여 3가지 다른 값의 에너지가 인가되도록 변화를 주어 분말을 제조하였다. 여기서, 에너지를 인가할 때 그 효율이 최대가 되는 와이어의 임계길이( $l_c$ )는 Fig. 1에 나타낸 바와 같은 선폭 장비의 전압, 임피던스 등 전기적 변수와 와이어의 길이, 직경 등의 변수를 변화시켜, oscilloscope에 의한 방법을 사용하여 구하였다. 제조된 분말은 FE-SEM, Laser 회절을 이용한 입도 분석기를 사용하여 그 형상과 입도, 입도 분포를 관찰, 조사하였으며, BET에 의한 비표면적 측정과 XRD에 의한 상분석을 행하였다.

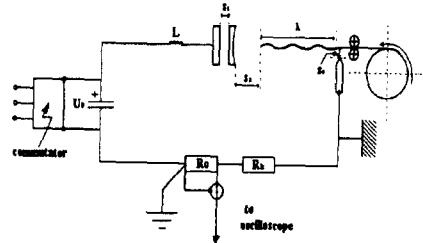


Fig. 1. Schematic of elec. circuit for wire explosion

### 결과 및 고찰

제조된 분말에 대한 FE-SEM 관찰 결과, 인가 에너지 크기에 상관없이 모두 구형에 가까운 등축상 분말로 확인되었다. 분말의 평균 입도는 입도 분석기에 의한 Number fraction 결과와, XRD Line-broadening법에 의한 결과, FE-SEM에 의한 관찰 결과로부터 모두 평균  $50 \sim 80\text{nm}$  범위에 들어있음을 확인하였다. BET에 의한 비표면적 값은 인가 에너지 값의 변화에 따라  $27 \sim 45\text{m}^2/\text{g}$ 이었다.

X선 회절에 의한 상분석 결과에서는 Al과 Alumina상이 동시에 확인되어 분말 제조 중에 일부 산화가 일어났음을 확인하였다.

\*본 연구는 KOSEF 지정 울산대학교 지역협력연구센터의 지원으로 수행되었기에 감사드립니다.