

탄소나노튜브가 분산된  $\text{Al}_2\text{O}_3$  나노복합분말의 조밀화 및 특성  
**Densification and Properties of Carbon Nanotubes-Dispersed  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$  Nanocomposite Powders**

한양대학교 정밀화학공학과 유승화\*, 양재교, 좌용호  
 서울산업대학교 오승탁, 강계명  
 한양대학교 신소재공학부 강성군

### 1. 서론

금속 및 세라믹 등의 기지상에 탄소나노튜브 (CNT)를 강화재로 첨가한 복합재료는 CNT 자체의 우수한 물리적 및 기계적 특성을 이용하여 새로운 고강도 기능성 재료로의 응용이 가능하다는 점에서 많은 관심의 대상이 되고 있다. 그러나 CNT의 높은 aspect ratio, 기지상과의 밀도 차이 및 CNT 자체의 응집체 형성에 기인한 기지상과의 불균일한 혼합 때문에 다양한 응용에는 제약을 받고 있다. 최근 본 연구그룹에서는 Fe 촉매금속을  $\text{Al}_2\text{O}_3$  기지상 분말에 균일하게 분산한 후 열 CVD를 이용하여 CNT를 직접 합성하는 방법을 통하여 CNT가 균일하게 분산된 나노복합분말을 성공적으로 제조하였다. 그러나 아직까지 이러한 나노복합분말의 소결거동과 특성에 관해서는 많은 연구가 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 소결온도와 CNT 첨가량에 따른 조밀화 거동을 정량적으로 해석하고 소결체의 미세조직이 기계적 및 전기적 특성에 미치는 영향에 관하여 고찰하고자 하였다.

### 2. 실험방법

금속질산염을 이용한 화학적 방법을 통하여 평균입도 20 nm의 촉매금속이 균일하게 분산된  $\text{Al}_2\text{O}_3$  복합분말을 제조하였다. 열 CVD 법을 이용하여  $\text{Al}_2\text{O}_3$ /촉매금속 복합분말에 평균 직경 30 nm 크기의 CNT를 직접 성장시켜 2, 8 vol% CNT가 균일하게 분산된 나노복합분말로 제조하였다. 조밀화는 방전소결법을 이용하여 소결온도 1400-1700°C에서 행하였으며 소결체의 경도, 강도 및 전기전도도를 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

CNT 분산  $\text{Al}_2\text{O}_3$  소결체는 순수한  $\text{Al}_2\text{O}_3$  보다 조금 낮은 밀도를 나타내었으며 CNT 함량에 따라 밀도 값이 변화하였다. CNT 첨가량이 감소함에 따라 나노복합재료의 경도와 강도는 증가된 값을 보여주었으며 2 vol% CNT가 첨가된 경우 경도와 강도는 각각 16.4 GPa 및 399.7 MPa로 최대값을 나타내었다. 미세조직 분석을 통하여 소결체의 파단면에서는 전형적인 입내파괴 양상 및 CNT의 pull-out 현상이 나타남을 확인하였으며 이는 CNT에 의한 강화효과로 설명하였다. 치밀체의 전기전도도는 약  $3 \times 10^{-6}$  mS/m로 측정되었으며 순수한  $\text{Al}_2\text{O}_3$  와 비교하여 우수한 전도성을 갖고 있음을 확인하였다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (과제번호 R01-2003-000-11675-0) 지원으로 수행되었음.