

## 단분산 나노 재료 합성을 위한 새로운 제조방법의 개발

김기도<sup>†</sup>

한양대학교 화학공학과  
(k6968@hanmail.net<sup>†</sup>)

최근에 나노 소재를 개발하고 응용하고자하는 연구와 노력들이 많이 이루어지고 있으며, 이 중에서 전기, 전자 분야로의 적용을 위해 여러 다양한 특성들을 필요로 하는 기능성 분말들의 요구가 증가하고있는 실정이다. 이러한 분야로의 적용을 위해서는 입자의 크기가 100 nm이하로 입도 분포가 균일하여야 하는데, 본 연구에서는 여러가지 다양한 방법들은 통한 이러한 나노 분말 합성의 예를 보여주고자 한다. 또한 이렇게 합성된 분말들의 응용 분야와 연구 개발 방향 및 시장성에 대해서도 살펴 보도록 한다. 나노분말 합성을 위해서는 크게 세 가지 방법 즉, 액상법, 기상법, 고상법 그리고 그밖에 기타 방법들이 개발되어져 왔는데, 상기 방법들 중에서 액상법은 다시 세부적으로 가수분해법, 균일 침전법, 마이크로 에멀전법, 화학환원법, 수열합성법 등으로 나뉘어 진다. 그러나 이러한 방법들은 기존에 많은 연구들이 이루어져 왔으며, 학교와 기업체 등에서 이용되어져 왔다. 따라서 본 연구에서는 기존 액상법의 큰 틀 안에서 새로운 반응 공정의 개발을 통한 즉, 반회분식과 회분식의 2단계 반응법이나 변형된 연속 반응기를 통하여 EMC, ACF, CMP 등에 사용되는 실리카나, 광촉매, 항균성 재료, 고굴절 소재 등에 적용되는 티타니아 그리고 구조용 재료로 이용되는 지르코니아 등을 단분산 나노 크기로 합성하였다. 또한 반 회분식 방법을 통한 나노 코팅의 예를 티타니아가 코팅된 실리카와 실리카가 코팅된 페라이트 분말의 실험 결과를 통해서 살펴보고자 한다. 또한, 기상법의 대표적인 반응법인 초음파 분무 열분해법을 이용하여 MLCC용 Ni, Cu와 이차전지 배터리용 분말인 LiCoO<sub>2</sub>, PDP 형광체용 분말들에 대해서 소개하고자 한다. 마지막으로 상기 세 가지 액상, 기상, 고상법 중에서 가장 간단하면서도 최근에 상업적으로 많이 연구되고 적용되고 있는 기계화학적 방법을 통하여 배리스터나 자외선 차단용 분말에 사용되는 ZnO 나노분말의 개발 결과를 살펴보고자 한다. 이러한 합성 방법을 소개함에 있어서 본 연구에서는 반응표면 분석법이나 다꾸치 방법과 같은 실험 계획법과 관련된 내용들을 짧게나마 소개하며 어떠한 방식으로 적용되었는지도 알아보도록 한다.

**Keywords:** 단분산, 나노재료, 액상법, 기상법, 고상법

## 나노코팅 및 벌크 구조체의 압흔손상 (Indentation damages on Nano-structured Coatings and Bulks)

이기성<sup>†</sup>

국민대학교 기계자동차공학부  
(keeslee@kookmin.ac.kr<sup>†</sup>)

나노 입자로 구성된 부품소재는 작게는 1~10nm, 크게는 1~100nm의 입자(grains)들로 구성되어 있으며, 이러한 나노크기의 입자들은 전자현미경 또는 원자현미경 등으로 관찰이 가능하다. 나노 입자들은 동일 부피에서 단위체적당 비표면적이 상대적으로 크므로, 이러한 성질을 이용하면 기존의 기계적, 열적, 화학적 특성을 크게 증가시킬 수 있을 것으로 기대되고 있다. 이러한 부품들의 나노입자화 기술에 의하여 열기관, 열교환기, 가스터빈 등의 내열제품, 절삭공구 등의 내마모제품, 에너지화학산업 등의 여러분야에서 광범위하게 사용될 경우 그 파급효과는 매우 클 것으로 예상되고 있으며, 주요산업계에서는 경량이면서 높은 기계적특성 및 기능성을 가진 나노입자 및 코팅부품에 대한 응용 범위가 계속 확대될 것으로 예상하고 있다. 나노입자로 구성된 부품소재의 기계적특성의 향상이 기대되고 있음에도 불구하고, 나노분말을 이용하여 나노입자로 구성된 소결체의 제작 및 이에 대한 기계적 특성평가 연구는 많지 않은 실정이다. 이는 나노분말을 이용하여 열처리에 의하여 입자들이 소결될 때 나노입자의 입성장이 일어나 마이크로 크기의 입자로 쉽게 변화되기 때문이다.

본 연구에서는 열에 대한 저항성이 있는 가스터빈 블레이드용 열차폐 재료로서 수십나노 크기의 나노입자로 구성된 세라믹 나노코팅 구조체를 제조한 연구와, 마모에 대한 저항성이 있는 절삭공구 용재료로서 세라믹 벌크의 입자(grain)크기가 수십 나노의 크기를 갖도록 열처리제어를 통해 미세구조를 제어한 사례를 소개하고자 한다. 또한 제조된 나노코팅 구조체와 나노벌크체에 구형압자(spherical indenter), 비커스 압자(Vickers indenter), 나노압흔시험(nanoindentation test)을 이용, 압흔응력을 가하여 코팅 및 벌크체의 손상거동을 고찰하였으며, 나노입자가 압흔손상에 끼치는 영향을 연구하였다. 그 결과 나노 입자로 구성된 코팅 및 벌크체는 마이크로 입자로 구성된 코팅 및 벌크체와 현저히 다른 손상거동 및 기계적 특성을 나타내었다.

**Keywords:** nano, coating, indentation, damage