

기상합성에 의한 나노분말 제조 (Fabrication of Nanosized Powder by Gas Phase Synthesis)

한양대학교 이재성

나노구조재료는 광통신용 고순도 유리섬유, 극미세 기공으로 구성된 극미세필터, 금속합금의 강도를 증가하는 세라믹 그리드, 초고밀도 집적회로 반도체 및 분자크기의 마이크로전자소자 분야를 위시하여, 우주항공용 고온구조재료와 센서, 촉매, 차세대전지, 수소저장재료 등과 같이 수많은 다양한 기능의 첨단재료로 이용되고 있다. 이러한 나노구조재료의 합성을 위해 많은 재료가공 기술이 연구개발되어 왔는데, 나노크기로 제조된 분말을 bulk상으로 성형, 치밀화하는 공정에서 가장 핵심이 되는 기술이 바로 나노분말의 합성기술이다.

나노분말의 합성기술은 출발원료별로 크게 mechanical alloying/milling (고상-고상), sol-gel (액상-고상), vapor condensation process (기상-고상) 등으로 대별되는데, 최근 새로운 물리화학적 기술을 이용한 후자의 기상합성방법(gas phase synthesis)이 차세대의 기술로 부각되고 있다. 기상합성법으로 제조된 나노구조재료는 최종 치밀화된 상태에서 나노크기의 입자특성을 유지하고, 입계의 오염을 극소화할 수 있다. 특히 제조공정단계에서 안정한 미세구조를 유도하기 위해서는 동일한 크기를 갖는 나노입자들이 무응집 상태로 균질하게 분포되어 있어야 하는데, 이러한 점에 있어 기상합성공정은 다른 공정에 비해 훨씬 유리하다.

기상을 이용한 재료합성공정은 비교적 오랜 역사를 가지고 있으나, 이를 나노입자 혹은 나노분말 형태로 제조하는 연구는 최근에서야 본격적으로 시작되었다. 기상으로부터 나노분말을 합성하는 기술에는 inert gas condensation (IGC), chemical vapor condensation (CVC), microwave plasma process (MPP)와 low pressure combustion flame process (LPCFP) 등이 있다. 그 중에서도 화학기상응축법(CVC)은 공정설비가 비교적 간단하며, 수율이 높고, 대량 및 연속생산이 가능하므로 산업적 적용가능성이 가장 높은 공정이다. 특히, 이 공정은 산화물을 포함한 각종 세라믹분말 뿐만아니라, 금속 및 합금분말에 이르기까지 합성대상계의 범위가 넓고, 공정변수의 조절이 간편하며, 설비변형 및 응용이 용이하므로 최근 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 발표에서는 기상합성공정에 의한 나노분말 제조공정과 연구동향을 소개하고자 한다.