

IGC법에 의한 나노분말의 제조 (Preparation of Nanosized Powder by Inert Gas Condensation method)

전남대학교 이광민*, 양상선, 박나라

나노구조재료는 재료의 구조 크기가 작아짐에 따라 기존 마이크로 미터 단위의 결정 구조나 비정질 재료와는 전혀 다른 특성을 나타낸다. 10억분의 1 미터크기인 1 나노미터 (1nm=10Å)는 대략 3~5개의 원자를 갖는 크기로서, 1~100 nm의 결정립(grain size) 크기나 입자 (particle)크기를 갖는 재료를 나노결정립재료(Nanocrystalline Materials) 혹은 나노구조재료(Nanostructured Materials)라 일컫는다. 이러한 나노구조 특성들을 이용한 응용 범위로서는 자기 기억용 재료(자기특성), 센서재료, 초전도체(전기특성), 광필터, 광전변환재료(광학특성), 저온 소결체, 열교환체, 고온 구조재료(열적 특성) 분야에까지 광범위하나 아직은 그 실용화가 거의 되어있지 않는 상태이다. 따라서 그와 관련되어 독특하고 우수한 특성을 지닌 나노구조재료의 산업화는 21세기에 있어 극초미세제품(Ultra-superfine miniature)의 출현과 함께 가장 주목받는 첨단 소재 분야가 될 것으로 예상된다.

나노구조재료의 제조기술은 크게 기계적 합금화 혹은 기계적 미분화의 방법에 의해 그 분말의 크기를 나노미터크기화 하는 기계적 제조 방법과 각각의 구성 원자 혹은 전구체(precursor)로부터 입자의 핵을 생성시켜 이로부터 나노분말을 형성하는 물리화학적 제조방법으로 나눌 수 있다. 최근 물리, 화학, 재료관련 연구보고에 의하면 이제는 원하는 단일성분 혹은 복합성분의 나노 분말 입자의 제조 기술은 상당 부분 많이 발전되어 그 이론들이 정립화되고 있으며, 미국 및 일본에서는 몇몇 종류의 나노 분말을 판매하고 있는 실정이다. 현재는 나노결정립의 크기를 지닌 분말이나 나노 입자 혹은 나노복합분말을 최대한 입자성장을 억제하면서 치밀화시키는 제조 공정, 즉 나노구조재료의 bulk화를 위한 성형 공정이 가장 큰 주목을 받고 있다.

나노구조재료의 물리화학적 제조방법은 크게 액상법과 기상법으로 나뉘는데, 액상법에는 직접 침전법, 공침법, sol-gel법, 냉동 건조법, 분무 열 분해법 등이 있으며, 기상법에는 IGC(Inert Gas Condensation), CVC(Chemical Vapour Condensation), LPCFP(Low Pressure Combustion Flame Process)등이 있다. 이 중 IGC법은 용기를 진공 배기 한 후 저압(수 mtorr ~ 수십 torr)의 분위기 가스로 채워진 용기 내에서 원료를 가열, 증발시켜 차가운 표면(cold finger) 위에 열원과 cold finger와의 온도차에 의한 대류작용에 의해 증발원자를 냉각·응축시켜 나노분말을 얻는 방법이다. 이 IGC 방법은 용점이 낮고, 증기압이 높은 금속의 나노분말을 제조하는 데 편리한 방법으로 공정 제어가 용이할 뿐 아니라 고순도의 응집성이 적고 입도 분포가 좋은 나노 분말을 얻을 수 있다.

본 발표에서는 앞서 설명한 나노구조재료의 일반적인 review와 비교적 설비와 공정 변수의 제어가 간단한 IGC 장비의 제조 및 IGC 공정변수에 따른 SnO₂ 나노 분말의 제조특성에 대하여 소개하고자 한다.