

전기선폭발법을 이용한 Sn-Pb 나노분말의 합성

(Synthesis of Nanoscale Sn-Pb Alloy Powders by Electrical Explosion of Wire)

울산대학교 첨단소재공학부/기계부품 및 소재특성평가 연구센터 권영순*, 박상하, 김지순, 안용배
 HVRI at Tomsk Polytechnic University A. P. Ilyin, D. V. Tichonov

나노입자는 벌크 상태와는 다른 특이한 기능과 물성을 나타내는 신소재로 나노기술의 중요한 부분을 차지하고 있다. 최근 기대를 모으고 있는 전기선폭발법(Electrical Explosion of Wire, 이하 선폭법)은 ~150nm급 분말제조에 가장 경쟁력있는 방법으로 알려져 있다. 고밀도 대전류(10^{10} A/m²)를 금속와이어에 인가하면 저항발열에 의해 와이어가 미세한 입자나 금속증기 상태로 폭발하는 현상을 이용한 것으로 기상합성법에 속한다고 할 수 있다. 선폭법은 다른 제조법에 비해 공정이 간단하여 생산비용이 저렴하며, 원재료의 조성을 갖는 분말의 합성과 금속간화합물, 용점차이가 나는 재료의 합금화 등이 가능하다. 인가에너지의 크기와 폭발 시 분위기를 제어함으로써 분말의 평균크기와 분포 제어 또한 가능하다. 본 연구는 러시아의 우수한 기초기술을 바탕으로 Pb-Sn계 합금을 전기폭발법으로 극미세분말을 제조하였으며, 분말의 형상, 상 화학조성의 변화를 조사하였다.

본 실험에 사용된 Sn-Pb계(All-Union State Standard 1499-70, 0.53mm) 합금와이어는 자동 시스템(1-0.6 Hz)에 의해 챔버안으로 공급되었다. 이때 임계폭발 와이어 길이는 50-80mm으로 실험을 행하였다. 챔버압력은 1.4-2.0atm으로 유지하였다. 제조된 분말의 특성은 XRD, XRPES, SEM 등을 이용하여 분말의 형상과 상, 화학조성, 표면분석을 행하였으며 DSC, TGA, BET 분석을 통하여 온도변화에 따른 금속분말의 열량변화, 질량변화, 비표면적을 측정하였다.

제조된 Sn-Pb계 분말은 모두 평균 입도 117nm~220nm의 구형형상이었다. 이때 합금분말의 조성은 51.17~63.21 at%Sn, 35.47~46.37 at%Pb로 나타났다. 와이어에 인가되는 비에너지(W/Wc)가 감소됨에 따라 표면층의 Pb함량이 증가함을 보였다. 이는 와이어 내부 저항의 감소로 인한 공정시간의 지연과 Sn, Pb의 확산계수 차이에 의한 것으로 사료된다. 열분석 결과, Sn-Pb계 화합물의 용점은 167~169℃로 관찰되었으며, 10℃/min로 920℃까지 승온 하였을 때 17.1~18 wt%의 질량증가를 보였다.