

Al₂O₃/Cu 나노복합분말의 제조 공정 및 소결특성 연구
(A Study on the Fabrication Process and the Sinterability of
Al₂O₃/Cu Nanocomposite Powder)

한양대학교 홍대회*, 김영도, 문인형, 울산대학교 김지순

1. 서론

최근에 뛰어난 내마모성, 내열성과 화학적 안정성 등 세라믹 재료의 여러 장점을 지닌 알루미늄의 사용 영역을 넓히려는 시도가 다양하게 이루어지고 있다. 그러나 아직은 높은 제조단가와 기계적 특성의 제약 등으로 제한적으로만 사용되고 있다. 알루미늄의 산업화 응용을 제한하는 가장 중요한 특성은 금속 재료에 비해 낮은 2-4 MPa/m^{1/2}의 파괴인성이다. 이러한 알루미늄의 인성을 향상시키기 위한 방법이 다양하게 시도되었으나, 이제까지 시도되었던 방법들을 사용할 경우에는 대량 생산이 어렵고, 강도 등의 다른 기계적 특성이 열화되는 등의 단점이 나타났다. 이러한 사실들을 고려하여 본 연구에서는 알루미늄의 모든 기계적 특성을 동시에 향상시킬 수 있는 것으로 알려진 Al₂O₃/Cu 나노복합재료의 제조에 목표를 두고 연구를 진행하였다.

2. 실험방법

본 연구는 크게 Al₂O₃-5vol%Cu 나노복합분말의 제조과정과 제조된 분말의 소결과정으로 나누어 진행하였다. 나노복합분말의 제조는 나노복합분말을 경제적으로 대량 생산하기 위하여 high energy ball milling 방법으로 행하였다. 원료 분말과 볼의 장입비, 밀링 시간, milling media, dispersion media 등의 공정 변수들이 분말의 밀링 효과에 끼치는 영향을 SEM, XRD, FE-SEM, TEM, BET, 입도 분석 등의 방법으로 분석하였으며, 그 결과를 토대로 소결에 사용될 분말의 제조 조건을 결정하였다.

제조된 분말은 PECS(Pulse Electric Current Sintering) 방법을 이용하여 소결하였다. 소결 온도, 소결 시간, 소결 분위기, soaking의 유무 등의 소결변수가 미치는 영향을 평가하여 소결 공정을 결정하였으며, 소결체의 relative density, microstructure, 기계적 특성 등을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

High energy ball milling 과정에서 분말과 볼의 장입비의 영향을 분석한 결과 1:3, 1:6, 1:15 중에서 1:15의 경우가 가장 우수하다는 것을 알 수 있었으며, Milling media로써 알루미늄과 지르코니아 볼을 비교한 결과 지르코니아 볼이 더 뛰어나다는 것을 알 수 있었다. 그 외 밀링시간의 변화와 dispersion media의 변화에 따른 밀링 효과의 변화를 분석하여, 그 결과 에탄올 분위기에서 30시간 밀링하였을 때 33.17m²/g의 비표면적을 지니며, Cu가 나노 크기로 분산된 복합분말을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

제조된 복합분말은 PECS facility를 이용하여 소결하였으며, 100°C/min으로 승온하여 1250°C에서 5분간 소결하였을 때, 95%이상의 relative density를 가지는 소결체를 제조할 수 있었다.