PD3

탄소열환원법으로 합성된 WC 나노 분말의 치밀화 거동

Densification behavior of WC nanopowder compacts

서경원*[1,2], 박 훈[1,3], 김성현[2], 박종구[1]

1. 한국과학기술연구원 나노재료연구센터
2. 고려대학교 화공생명공학부
3. 고려대학교 재료공학과

초경합금(WC-Co)는 경도, 강도등 기계적 특성이 우수하기 때문에 각종 절삭공구, 내마모공구, 내충격공구로 사용되고 있다. 최근 요구되는 공구재료의 조건이 복잡하고 다양화됨에 따라 초경합금의 성능을 향상시킬 필요가 커지고 있다. 탄화텅스텐의 입자크기와 탄화텅스텐입자사이의 Co층의 두께는 초경합금의 특성을 결정하는 가장 중요한 변수로 보고되고 있다. Co나 Ni의 액상은 소결체특성을 향상시키지만 금속이라는 한계 때문에 무결합제 탄화텅스텐 소결체에 대한 요구가 높아지고 있다. 무결합제 탄화텅스텐 소결체는 화학적 안정성 외에도 내마모성에 우수한 성질을 가지고 있음이 보고되고 있다. 고상소결로 제작되는 무결합제 탄화텅스텐의 경우 입자크기가 감소할수록 경도, 강도, 항절력 등 기계적 성질이 향상되므로 탄화텅스텐 나노구조체(입경 < 500 nm)의 소결체의 중요성이 대두되고 있다. 현재까지 초미립 탄화텅스텐 소결체를 얻기 위한 연구는 입자성장을 억제하기 위해 다른 전이금속 (Ta, V, Cr)등을 첨가하여 입자성장을 억제하고 치밀화를 높이는 연구가 활발히 진행되고 있다. 소결조제를 첨가하지 않은 탄화텅스텐 입자의 치밀화 거동에 대한 연구는 의외로 극히 드물어 이에 대한 이론적인 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 탄소열환원법에 의해 합성한 100nm급의 탄화텅스텐 분말을 이용하여 소결거동을 관찰하였다. 탄화텅스텐 나노분말은 1축 프레스로 17.34MPa으로 모양만 유지하고 45000 psi로 2분간 유지하여 냉간정수압성형(CIP)을 하였다. 진공로에서 10^{-2} torr 이하에서 유지한 채 분당 5℃로 승온하였고 해당온도에서 소결을 실시하였다. 얻어진 소결체는 XRD 분석을 통해 단일의 탄화텅스텐임을 확인하였고, 치밀화 거동 및 입자 성장 특성을 조사하기 위하여 단면의 중앙부분과 표면을 각각 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰하였다.

원료분말의 크기에 따른 치밀화 거동을 확인한 결과, 100nm급의 합성된 나노분말의 경우 일반 상용분말보다 초기 성형밀도가 좋지 않았음에도 치밀화 속도가 큰 것으로 확인되었다. 소결온도가 1450℃ 이상으로 증가될 경우 비정상성장을 하는 입자를 관찰할 수 있었다. 입자성장은 둥근 입자의 분말이 육각판상형의 탄화텅스텐 입자를 갖게 되는 facet이 이루어진 후 급

격히 증가하였다. 비정상입성장이 일어난 경우 부분 치밀화에는 도움을 주었지만 각진 입자 사이에는 각진 모양의 기공을 다수 남긴 형태를 하고 있었다. 입자간의 bridging 효과 때문에 높은 온도에서도 기공이 제거 되지 않았다. 입자 표면의 facet 전이가 일어나기 직전의 온도에서는 전체적으로 입자성장이 이루어지면서 기공이 제거되는 것을 알 수 있었다. 그러나 facet 전이이전 온도에서 장시간 소결을 실시하여도 한계 밀도를 가져 완전치밀화된 탄화텅스텐 소결체를 얻을 수 없었다. 이를 극복하기 위해 열간정수압성형(HP), 등압열간정수압성형(HIP)등에 관한 연구가 필요하며, 이때의 온도는 비정상 입장성장이 일어나기 직전의 온도가 중요한 기준이 될 것으로 보인다.