

WC-Co 초경합금의 액상소결시 미세조직발달에 미치는 탄소량의 영향
(Effect of Carbon Content on the Microstructure Evolution
during Liquid Phase Sintering of WC-Co Hard Metals)

한석희*, 박종구, 안재평, 허무영**
한국과학기술연구원 세라믹공정연구센터
**고려대학교 재료금속공학부

WC-Co계 초경합금에 대한 연구는 대부분 기계적인 물성이 높은 영역, 즉 2상 영역(WC+ β -Co)에서 주로 이루어져 왔다. 소결 온도에서 탄소의 조성이 고정되는 3상 영역에서와는 달리 2상 영역에서는 Co 액상(또는 텅스텐) 내 탄소의 농도가 고정되지 않으므로 실험조건에 따라 열역학적 상태가 달라질 수 있다.

WC는 육방정계 결정구조를 갖는다. 텅스텐(W) 원자는 단순육방정계 격자를 이루며 탄소(C) 원자는 단위포(unit cell) 중 $(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{1}{2})$ 의 공간에 위치한다. 탄소원자의 위치가 단격자(primitive) 단위포의 중앙에 위치하지 않으므로 6 개의 {10 $\bar{1}$ 0}면은 2 종류의 프리즘면으로 나뉘게 된다. 이러한 결정학적 이유에 의해 결정되는 입자 모양 이외에 각 결정면의 표면 에너지 관계에 의해서 결정되는 평형 모양(equilibrium shape)이 실제의 WC-Co계에서는 중요하다. 지금까지 WC 결정의 형상은 실험 조건에 관계없이 크게 달라지지 않는다고 믿어왔다. 그러나 비정상 입자성장시 WC 입자의 모양 혹은 (C+WC+ β -Co) 영역에서 실험된 WC 입자의 모양은 기존 연구에서의 WC 입자의 모양과 다르게 나타난다. 특히, 소결 중 탄소 성분의 손실이 계속해서 발생하는 2상 영역에서는 열역학적 조건이 변화되므로 WC 입자의 모양이 달라질 가능성이 있다. 본 연구에서는 WC-Co계의 액상소결시 WC 입자의 모양에 미치는 탄소의 영향을 탄소함량과 소결 온도를 변수로 하여 고찰하였다.

WC-35Co 조성에 탄소를 0%, 0.7%, 1.5% 첨가하여 55-60 rpm의 속도로 72 시간 동안 ball milling한 후 진공건조기에서 건조하였다. 건조된 분말을 21 MPa로 성형하여 1400°C에서 2, 4, 8 시간, 1500°C에서 1, 2, 3 시간 동안 각각 진공소결하였다. WC 입자모양의 변화를 가역적으로 관찰하기 위해 1400°C에서 8 시간, 1500°C에서 1 시간 동안 소결한 각각의 시편을 탄소를 밀봉하여 1500°C에서 5 시간 동안 진공소결하였다.

일정온도에서 탄소량이 0%에서 1.5%로 증가됨에 따라 WC 입자의 모양이 점차 육각프리즘에서 삼각프리즘으로 변화하였다. 일정 탄소량에서 소결 온도가 높아짐에 따라 WC 입자의 모양은 육각으로 변하는 동시에 (100)면이 (101)면과 (10 $\bar{1}$)면으로, (1 $\bar{1}$ 0)면이 (1 $\bar{1}$ 1)면과 (1 $\bar{1}$ $\bar{1}$)면으로, (0 $\bar{1}$ 0)면이 (0 $\bar{1}$ 1)면과 (0 $\bar{1}$ $\bar{1}$)면으로 분할되었다. 반면에 육방정 결정구조에서 (100)면과 같은 조건을 갖는 (010)면은 분할되지 않았다.