

Densification Mechanism Map of Nano Powders

Hyung Seop Kim

Department of Metallurgical Engineering, Chungnam National University, Daejeon,
305-764, KOREA

20년전에 Gleiter 교수가 독특한 물성을 지닌 나노결정 재료의 개념을 제안한 '이 후, 최근에 전세계적으로 나노재료에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되면서 나노분말의 활용 및 이를 이용한 벌크형태의 나노재료를 제조하려는 노력이 결실을 맺고 있다. 재료 내부의 조직학적으로는 나노 결정립 구조를 유지하면서 이론밀도를 얻기 위한 새로운 소결 기술들에 대한 연구가 진행 중이며, 시편 외부 형상의 측면에 있어서는 나노분말 재료의 유효 크기와 기하학적인 형상을 동시에 유지하는 제조 공정이 필요하게 되었다.

분말의 소결과정 시 중요한 변수인 온도, 밀도, 변형속도, 압력의 최적조건 선정에 도움을 주는 지침이 Ashby의 치밀화기구지도 (densification mechanism map, 또는 HIP diagram)로서, 각 재료 및 공정조건에서의 분말 변형/치밀화기구 및 치밀화속도에 관한 정보를 제공한다. 이 HIP diagram은 기존에 알려진 변형 및 치밀화기구 이론에 기초하여 작성한 graph이므로, 결정립계 및 확산의 기여가 조대한 다결정재료의 경우보다 월등히 큰 나노재료에 대해서는 실험과의 좋은 일치기를 기대하기 어렵다. 조대한 다결정 분말 재료의 치밀화와는 달리 나노분말의 경우에는 실험자료가 부족하여 이론적인 해석 및 실험의 지침이 될 HIP diagram의 필요성이 더욱 요구된다.

본 발표에서는 발표자의 나노재료에 대한 변형해석 이론 (Phase Mixture Model)과 다공질재료에 대한 압력의존 항복이론을 결합한 hybrid type 치밀화 해석을 확장하여, 나노분말에 대한 HIP diagram의 작성을 목적으로 한다. 연구의 결과로 나온 HIP diagram은 나노분말의 결정립 성장을 최소화하면서 경제적인 벌크화 공정을 달성할 수 있는 방안을 제시해줄 것이다.

Dedicated to Professor In-Hyung Moon on the occasion of his retirement.