

YBa₂Cu₃O_{7-x} 산화물 초전도체의 고온변형기구

*김병철, 구상술, 송진태

*한국 원자력연구소, 한양대학교 재료공학과

1. 서론

Y-TZP 등의 세라믹재료에서 초소성거동이 보고됨에 따라 최근 YBCO 산화물 초전도체의 초소성 여부에 대하여 몇몇 연구자들에 의한 기초적인 연구가 수행되어 왔으나 YBCO 초전도체의 초소성 여부 및 변형기구 등이 아직 명확히 규명되지 않고 있어 이에 대한 체계적인 연구가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 기계적 시험에서 얻은 변형변수와 TEM을 이용한 미세조직의 변화를 정밀 분석하고 이를 종합하여 변형현상 규명 및 변형기구 해석을 수행하였다.

2. 실험방법

Metal-alkoxide 법으로 미세 등축화한 YBCO 분말을 합성한 후 $\phi 5 \times 9 \text{mm}$ 크기로 YBCO 소결체를 만들었다. 또한 5~25wt.% Ag를 첨가한 YBCO/Ag 복합체도 준비하였다. 고온변형 시험은 800°C-930°C의 온도구간에서 초기 변형속도 10^{-6} - 10^{-3}s^{-1} 로 압축하였다. strain rate sensitivity는 변형률속도 변화 시험으로 구하였으며 변형에 따른 미세조직의 변화와 성분 분석은 편광현미경, TEM 및 EDS를 이용하였다. TEM 시편은 dimple grinding 및 ion milling으로 준비하였다. TEM은 JEOL 2000FX(200KV)로써 0°-45° double tilting 조건하에 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

strain rate sensitivity, m , 은 0.5-0.56을 얻었다. 이로 미루어 YBCO 초전도체의 고온변형 거동이 결정립계 미끄러짐에 의한 초소성을 알 수 있었다. 또한 Ag의 첨가로 m 이 증가하였다. YBCO 초전도체는 860°C에서 50% 변형조직의 결정립계 주위에 전위가 관찰되었으며 또한 (001)면에 stacking faults가 형성되었다. Ag를 첨가한 경우 860°C 변형조직의 결정립계에 존재하는 Ag상내에 전위 network이 형성되었다. 930°C 변형조직에는 전위 상승 및 결정립계 이동 현상이 관찰되었으며 입계의 일부에 약간의 BaCuO₂-CuO 등이 관찰되었으나 이들 액상의 존재가 YBCO 초전도체의 초소성에 미치는 영향은 없었다.

4. 결론

- (1) 초소성 변형이 Ag의 첨가로 증진되었으며 결정립계에 존재하는 Ag상이 변형응력 완화에 기여하였으나 결정립계에 생성된 액상은 초소성에 별다른 영향을 미치지 않았다.
- (2) 결정립계에 집적된 전위의 glide system은 [100](001)이었으며 Cu cation 확산에 의해 c축 방향으로 두 개의 [Ba-O] planes 사이에 추가적인 [Cu-O] plane이 삽입되어 stacking fault를 형성하였으며 이 stacking fault 형성 과정이 dislocation climb에 기여하였다.
- (3) 미세조직 관찰결과 전위의 상승 및 결정립계 이동 현상이 관찰되었음을 볼 때 YBCO 초전도체의 초소성 변형기구는 확산에 수용되는 결정립계 미끄러짐이 주 변형기구로 작용하였다.

참고문헌:

1. F. Wakai, S. Sakaguchi and Y. Matsuno, Adv. Ceram. Mater., 1 (1986) 259
2. T.G. Langdon, JOM, (1990) 8
3. Y. Matsui, E. Takayama and K. kato, Jpn. J. Appl. Phys., 27(1988) 350
4. J.G. Zheng et al, J. Appl. Phys., 72(10) (1992) 4634