

Sinter-Forging으로 제조한 Y-Ba-Cu-O/(Ag,Pt) 초전도복합체의 조직과 성질  
 ( Microstructure and Properties of Y-Ba-Cu-O/(Ag,Pt) Superconducting  
 Composite Prepared by Sinter-Forging )

한양대학교 재료공학과 : 김형욱, 김정태, 송진태  
 한국원자력연구소 : 김병철

## 1. 서론

1986년 Bednorz와 Muller에 의해 La계 산화물초전도체가 발견되고 Chu등에 의해 임계온도가 90K인 Y계 고온초전도체가 발견된 이후로 이들의 실용화를 위한 많은 연구가 행하여 지고 있다.

S.Jin<sup>1)</sup>등은 bulk의 경우  $J_c$ 는 결정립간의 orientation에 크게 의존하므로 입자의 일방향배열이  $J_c$ 향상에 중요하다고 보고하고 있다. 이러한 결정의 배향화에는 QMG법, MPMG법, sinter-forging법<sup>2)</sup>등 많은 연구방법이 시행되고 있다. 본 연구에서는 조직의 치밀화와 배향화를 목적으로 sinter-forging 방법으로 Y계 초전도체를 제작하였고, Ag의 첨가가 123 grain의 성장을 돕고 connectivity를 향상시킨다<sup>3-4)</sup>는 연구결과에 따라 Ag를 첨가하고 첨가량에 따른 조직의 치밀화 및 배향화정도를 연구하였다. 또한 Y계의 경우 1000°C 이상에서 포정반응으로 211상이 형성되는 바 이를 미세화<sup>5)</sup>시킬 경우  $J_c$ 의 향상이 크게 예상되므로 Pt와 Ag를 첨가한 복합체를 1000°C 이상에서 sinter-forging시켜 Pt와 Ag의 복합첨가가 초전도특성 및 결정의 미세구조에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

## 2. 실험방법

먼저 고순도(99.99%)의  $Y_2O_3$ ,  $BaCO_3$ , CuO 분말을 1:4:6의 몰비율로 장시간 혼합 후 하소시켜  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  분말을 제조하였다. 준비된  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 분말에 Pt(1w/o)를  $PtO_2$  형태로 첨가하고  $Ag_2O$ 의 첨가량을 0, 10, 20 w/o의 비로 각각 혼합하여 3 ton/cm<sup>2</sup>으로 성형시켜 sinter-forging용 시료를 준비하였다.

sinter-forging은 수직관상로상에서 930°C~1010°C의 온도범위내에서 행하였으며 930, 960, 980°C의 경우에는 최고압이 각각 3.5, 6 MPa 이 되게하고, 1000°C, 1010°C에서는 3.5Mpa이 되도록 가압하여 2시간 유지시킨 후, 800°C 까지 서냉하여 압력을 제거하고 상온까지 서냉하였다. sinter-forging 후 각 시료는 920°C에서 2

시간 550°C 에서 48시간 산소분위기에서 열처리하였다.

구조해석은 XRD로 미세조직은 광학 및 주사전자현미경으로 관찰하고 입계온도와 입계전류밀도는 일반적인 4단자법으로 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

각 시료의 XRD분석에서 조직의 배향화 정도를 알수 있었으며 온도와 압력이 증가할수록 배향화가 잘 되었음을 알 수 있었다. 그러나 1000°C에서는 각 방향으로의 확산속도가 증가함으로 인해 압력의 효과가 감소하므로 결정의 배향도가 그리 크지는 않았다.

편광현미경에 의해 각 시료의 조직을 관찰한 결과 가공온도가 증가할수록 123상의 grain size가 증가하였으며, Ag 첨가량이 증가함에 따라 더욱 증가하였다. 930°C~980°C에서 Pt의 첨가로 인한 조직의 변화는 거의 없었으나 1000°C 이상에서는 Pt가 211상의 핵생성 site로 작용하여 생성되는 211의 size를 1 $\mu$ 이하로 미세화 시켰고 grain이 크게 성장함을 보였다. 즉, sinter-forging 방법으로도 미세한 211상이 형성되며 강한 flux pinning site 역할을 하게 되어 고자장 하에서 높은 입계전류밀도값을 얻을 수 있으리라 생각되었다. 그러나, 1010°C에서는 입계에 액상이 존재하였으며, T<sub>c</sub> 및 J<sub>c</sub>특성이 모두 저하됨을 보였다.

### 4. 참고문헌

- 1) S.Jin, T.H.Tiefel, R.C.Sherwood : Physical Review B, Vol.37, No.13, 7850-7853(1988)
- 2) L.C.Stearns, M.D.Vaudin, C.P.Ostertag : Ceramics Superconductor II, M.F.Yan(1988) P315-322
- 3) J.J.Lin, Teng-Ming Chen, Y.D.Yao : J.J.A.P. Vol.29, No.3 497-499(1990)
- 4) F.Deslandes, B.Raveau, P.Dubots : Solid State Comm., Vol.71, No.5, 407-410 (1989)
- 5) M.Morita, M.tanaka, K.Kimura : J.J.A.P. Vol.30, No.5A, L813-L815(1991)