

Ag/Bi-2223 선재에 있어 Bi-2223 코어에 대한 pressing 의 효과
 (The effect of pressing for Bi-2223 core in Ag/Bi-2223 tape)

성균관 대학교 이민형 박현순
 한국원자력연구소 이희균 홍계원

서론

Bi 계 고온초전도체는 은(Ag)을 피복한 $\text{Bi}_2(\text{Pb})\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ 의 선재(tape)형태로 제조되며 power-cable, magnet, generator, motor 등에 응용이 가능하다. 이러한 선재는 높은 임계전류밀도(J_c)를 필요로 하며 이를 향상시키고자 많은 연구가 수행되고 있다. Uniaxial-Pressing 은 선재의 J_c 를 높일 수 있는 실험실적인 방법의 하나로 채택되고 있으며, 본 연구에서는 선재 내 초전도코어가 Pressing 을 하는 동안 그리고 Press-Sintered 후에는 어떻게 거동하는가에 대해 미세구조관찰과 J_c 측정을 통하여 살펴보고자 하였다.

실험방법

$\text{Bi}_{1.89}\text{Pb}_{0.41}\text{Sr}_{2.03}\text{Ca}_{2.23}\text{Cu}_{3.03}\text{O}_x$ 의 precursor 분말을 고상반응법으로 제조하였으며 이를 CIP(cold isostatic pressing)을 통해 봉재(rod)형태로 만든 후 은(Ag) 튜브에 장입하였다. 인발과 압연을 하여 tape 형태로 선재화한 후 짧게 잘라 840 °C 공기 중에서 50 시간 동안 1차열처리를 하였다. 열처리된 시편들을 1 GPa의 압력으로 압력유지시간을 달리하여 pressing 하였으며, 이를 바탕으로 1 GPa 보다 낮은 여러 단계의 압력에 대하여 압력유지시간 60 sec.로 각각 pressing 을 하였다. 이때 Olcic Acid 를 lubricant 로 사용하였고, 시편전체에 균일한 압력이 가해지도록 주의 하였다. Pressing 된 시편을 840 °C 공기 중에서 50 시간 동안 2차열처리를 하였다. 1차열처리후, pressing 후, 그리고 2차열처리후의 각 시편들에 대해 임계전류(I_c)를 측정하였고, X 선회절분석과 광학현미경(OM), 주사전자현미경(SEM)을 통해 미세구조를 관찰하였다.

실험결과

1 GPa로 pressing 을 하였을 때 선재의 변형은 수초 내의 짧은시간에 일어났다. 따라서 Pressing 도중 코어(core)의 변형양상을 관찰하기가 어렵기 때문에 1 GPa보다 낮은 압력의 여러단계로 나누어 pressing 을 한 후의 거동을 살펴보았다. 1차열처리 후 균일한 I_c 값을 가지는 시편들에 대해 pressing 압력이 증가함에 따라 폭변형률과 두께변형률은 비선형적으로 증가하였으며, 반면 임계전류(I_c)값은 비선형적으로 감소하여 0 에 이르는 것을 확인할 수 있었다. 2차열처리를 한 후의 I_c 값은 pressing 을 하지 않은 경우 약 30 % 증가하였고, 이를 기준으로 pressing 된 압력에 따라 I_c 값이 열처리 전보다 감소하는 단계, 회복되는 단계, 그리고 증가하는 단계의 세가지로 구분되었다. 이와 같은 결과는 시편에 가해지는 압력이 증가함에 따라 초전도전류가 흘러가는데 방해가 되는 결함이 증가되며, 열처리를 통하여 이러한 결함이 치유될 수 있으며 이는 가해지는 압력에 의존한다고 생각되어진다.