

초기 분말의 특성이 Ag/Bi-2223 초전도 선재의 임계 전류밀도와
미세구조에 미치는 영향

(Properties of Precursor Powder Affecting the Critical Current Density and
Microstructure of Ag/Bi-2223 Superconducting Tapes)

한국원자력연구소 : 김원주, 이희균, 이호진, 권선철, 홍계원

Bi 계 초전도 선재가 발견된 이후 높은 임계온도 (T_c) 와 임계 전류 밀도 (J_c) 를 갖는 선재에 대한 연구가 전세계적으로 활발히 진행되고 있다. 이러한 고온초전도 산화물 선재는 고자장의 자석, 송전선, current lead, busbar 및 변압기, 초전도 한류기 등 매우 다양한 응용 분야를 갖고 있다. 초전도 선재가 이러한 분야에 실질적으로 응용되기 위해서는 높은 J_c 를 갖는 장선재의 제조가 필요하다.

선재의 J_c 에 가장 큰 영향을 미치는 인자로서는 2223 상의 순도와 배향성 (texture), 2223 입자간의 연결성 (connectivity), 이차상의 양과 크기 등을 들 수 있는데 이러한 미세구조적인 인자들은 분말에서 열처리, 가공 공정에 이르기까지 공정 상의 많은 변수들에 의해 복합적으로 영향받게 된다. 특히 공정 초기 단계의 초전도 분말의 조성, 순도 및 화학적 균일성, 분말의 충전 밀도, 입도 및 입도 분포 등은 Bi-2223 선재의 최종 J_c 특성을 좌우하는 결정적인 요소로 알려져 왔다. 본 연구에서는 은 튜브에 장입되기 전의 초기 분말의 조성, 입자 크기가 Ag/Bi-2223 초전도 선재의 미세구조와 상전이, J_c 등에 미치는 영향에 대해 고찰하였다. 분말의 조성은 하소온도를 800-855°C로 조절하여 2223상과 이차상의 양을 변화시켰으며 분말의 입자 크기는 하소 분말을 planetary ball mill 을 이용하여 0-48 시간 동안 분쇄하여 조절하였다. 제조된 분말은 일반적인 powder in tube (PIT) 공정에 따라 제조하였으며 얻어진 최종 선재의 두께는 0.18 mm, 폭은 2 mm 였다. 이 선재를 5 cm 길이로 절단하여 840°C에서 200 시간까지 공기중에서 열처리하였다. 열처리 후 최종 초전도 선재의 전기적 성질은 초기 분말의 입자 크기에 의해 크게 영향을 받는 것으로 나타났으며 분말의 분쇄에 의한 반응성의 증가에 의해 열처리시 2223 상으로의 상전이가 빠르게 일어났고 이차상의 크기와 분율이 감소된 미세구조를 얻을 수 있었다. 그러나 과도한 분쇄는 분말의 비정질화를 유발하여 2223 상으로의 전이를 방해함으로써 선재의 J_c 를 감소시키는 결과를 나타내었다. 초기 분말의 조성은 하소온도를 800°C 와 820°C로 조절한 조건에서 비교적 높은 J_c 를 얻을 수 있었으며 하소온도가 840°C 및 855°C인 경우에는 2223 입자의 크기가 작고 입자들의 배향성 및 연결성이 좋지 않아 높은 J_c 를 얻을 수 없었다.