

중성자 조사를 위한 초전도 선재의 기초 물성

이상헌, 최 용*

선문대학교 전자공학부, 선문대학교 전자재료공학과*

Properties of Superconducting wires for Neutron Irradiation

Sang-Heon Lee, Yong Choi

Sun Moon University

Abstract : The improvement of critical current property as well as the mechanical property is important for the application. The improvement of the critical current can be achieved by forming the nano size defect working as a flux pinning center inside the superconductor. The nano size defect can be effectively formed by using neutron irradiation. All properties of most of materials after irradiation become bad On the contrary, the critical current property of the superconductor is largely improved after irradiation.

Key Words : Critical current ; Mechanical property ; superconductivity

1. 서 론

산화물 고온 초전도체가 발견된 이후로 벌크체에 관한 많은 연구가 이루어져 왔으며, 현재는 그 응용 분야를 모색하는데, 많은 노력이 수행 되고 있다. 그러한 응용을 위해서는 초전도 재료의 기계적 성질 뿐만 아니라 전기적 임계특성의 향상이 무엇보다 중요하다. 20년간의 고온 초전도체에 관한 연구결과를 통해 초전도체의 물성은 초전도 범의 나노 사이즈 결함과 밀접하게 관계가 있음을 알게 되었다. 특히 결함의 크기가 나노 사이즈정도로 작아야 초전도 물성을 향상 시킬 수 있는데 이는 초전도체의 전자쌍을 이루는 거리인 coherence length가 짧기 때문이다. 따라서 초전도체의 전류특성을 향상 하기 위하여는 초전도 특성상 플럭스 피닝 센터를 내부에 형성 시키는 것이 필요하며, 이를 위해서는 결정내부에 균일하게 분산된 나노 크기의 결함을 생성시켜야만 한다. 이러한 나노결함을 만들 수 있는 가장 효과적인 방법이 irradiation 이다.

본 논문에서는 중성자 및 이온 조사에 의한 특성 향상을 위하여 용융법으로 초전도 선재를 형성 하였으며, 용유체에 관한 초전도 특성을 실험 하였다.

2. 실험

중성자 이온 조사로 효과적인 pinning center를 만들 수 있으며, wscp 조사량을 변화 시킴으로서 pinning 성질을 조절할 수 있는 장점이 있다고 알려져 있다. 온도 구배를

주어 melt powder melt growth 공정기술에 의해 YBCO 벌크체를 제조하였다. MPMG 기술은 초전도체를 가열하여 Y₂O₃와 액상이 되게 한 후 다시 이 전구체를 미세 분쇄하여 211과 액상이 되는 온도로 가열한 후 서냉하여 포정반응에 의해 초전도 결정이 성장 되게 하는 방법이다.

용융법에 의하여 제작한 초전도 시료의 플럭스 피닝 특성을 실험 하기 위하여 초전도 특성 장치를 구성하여 일정 자기주에 초전도체에 영향을 하는 자기력의 시간 변화를 측정하였다.

측정 장치를 그림1에 제시한다.

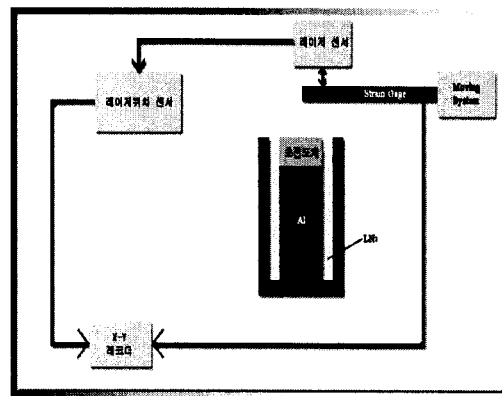


그림1 측정장치의 개략

3. 결과 및 고찰

냉각에 필요한 초전도체의 작용하는 자기력을 측정하기 위하여 그림1의 측정장치를 활용하였다. 초전도체가 받는 자기력은 영구자석의 자기적 상호작용을 위하여 초전도체에 작용하는 자기력과 같은 힘이 영구자석에도 작용하고 있다. 영구자석의 중량변화를 측정하여 초전도체에 작용하는 자기력을 측정하였다. 영구자석은 외경 30mm, 내경 10mm, 두께 5mm의 toroidal 영구자석을 이용하였다. 이 영구자석의 자계강도 분포를 자계 계산에 의하여 제시한다. 영구자석의 중심축 자석 표면으로 부터 4mm 부근에서 자계의 계곡이 존재한다. 자화 곡선과 자계분포로 부터 초전도체에 작용하는 자기력은 $F = MH$ 에 의하여 주어진다. 본 실험에서는 실험값과 측정값이 일치하고 있으며, 영구자석 표면으로 부터 4mm의 위치에서 자기력과 중력이 조합하는 자기력이 존재한다. 이 위치는 자계분포의 이론값과도 일치하는 현상을 나타냈다. 일정 자계중에 작용하는 초전도체의 자기력의 시간변화에 관하여도 측정하였다.

감사의글

This work was carried out with help of National Research Lab.(NRL) program of Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) and Ministry of Science and Technology, Korean government.

참고 문헌

- [1] Anna B. Chang, Mark A. Rothman, Appl. Phys. Lett., Vol. 83, No. 3, pp. 413, 2003.
- [2] R. H. Friend, R. W. Gymer, A. B. Holmes, J. H. Burroughes, R. N. Marks, C. Taliani, D. C. Bradley, D. A. Dos Santos, J. L. Bredas, M. Logdlund, and W. R. Sanraneck, Nature, Vol. 397, pp. 121-128, 1999.
- [3] C. Jiang, W. Yang, J. Peng, S. Xiao and Y. Caoet, Advanced Materials, Vol. 16. No. 6, pp. 537-541, 2004.
- [4] W.D. Liu, J.W. Spencer, J.K. Wood, J.J. Chaaraoui and G.R. Jones IEE Proc-sci. meas. Technol. Vol. 3, pp. 195-200, 1996.