

초전도에 작용하는 자기 Force

이상헌

선문대학교 전자공학부

Superconducting magnetic Force

Sang Heon Lee

Department of Electronic Engineering Sunmoon University

Abstract : Superconducting magnetic bearing and rotating system were developed by utilizing the high magnetization YBaCuO superconductor. The pellets prepared by quasi-melt process had a high magnetic levitation force and a high magnetic attractive force. The shaft also could be moves its position and orientation of the rotating axis freely. Is is essential to enhance the materials properties and to improve the system design for the application of the system to industrial purpose.

Key Words : Superconducting magnetic bearing, magnetic levitation force

1. 서론

액체질소의 비등점보다 높은 온도에서 초전도성을 나타내는 YBaCuO 초전도체가 Chi 에 의해 발견된 이래, 그 보다 높은 온도에서 초전도성을 나타내는 BiSrCaCuO, TlVaCaCuO/가 발견되는 등 새로운 초전도체 개발분야에 놀라운 발전이 이루어 졌다. 다른 한편으로는 많은 과학자에 의해 고온초전도체의 응용에 관한 연구가 활발하게 이루어져 왔다. 그 가운데 비교적 빠른 시일 내에 그 응용이 기대되는 초전도체의 경우 그 결과가 재료의 제조 및 그 물성 측면에서 이미 응용가능한 것으로 평가되고 있다.

초전도체는 전기저항이 없는 것 외에도 자기적으로도 중요한 성질을 가지고 있으며 순수한 금속원소와 합금, 화합물 형태인 Type 2형 Bulk 산화물 초전도체는 최근 응용에 대한 가시적인 여러 역학적 특성을 보이고 있다. Type 1형 초전도체는 Hc1 아래의 자장에서 자속이 통과하지 않은 완전 반자성인 미소한 반발력을 가지나 Type 2형 산화물 초전도체는 Hc1을 넘으면 자속선이 초전도체에 침입하여 자속선을 흐르지 못하게 하는 fulx pinning 효과에 의해 큰 반발력 및 인력을 갖는 것으로 알려져 있다. 이런 fulx pinning 작용에 의한 힘의 응용에 대한 연구가 최근 F, C Moon, M. Murakami, S. A. Basinger 등에 의해 관심의 대상이 되어 왔다. 이러한 힘의 응용가능한 기계요소로는 Bulk 형 고온 초전도체를 이용한 무접촉 베어링 및 진동흡수를 위한 감쇠기로서 자기력에 관한 진동특성 연구가 필요하게 되었다.

본 연구에서는 fulx pinning이 우수한 YBCO와 BSCCO를 제조하고, 응용에 필요한 자기력을 조사하기 위해 초전도체와 자석과의 수직 변위에 따른 자기력의 변화관계를 얻었다. 또한 각각의 초전도체 위에서 자석의 동적특성에 대해 조사하였으며, Hysteresis force loop 에 의한 에너지 손실을 진동에서의 감쇠량으로 해석하여 damping 효과를 비교하였다.

2. 실험

BSCCO의 제조는 99.9%의 Bi₂O₃, PbO, SrCO₃, CaO 와 CuO를 원료로 사용하여 고상반응법으로 시료를 제조하였다. 시료의 조성은 Bi : Pb : Sr : Ca : Cu = 1.84 : 0.34 : 1.91 : 2.03 : 3.06 이었으며 분말을 막자사발에서 균일하게 혼합한 후 공기중 810°C에서 24시간 하소하였다. 하소한 분말을 다시 알루미늄 나 막자사발에서 분쇄한 후 steel die 를 사용하여 원판형의 압분체로 성형하였다. 소결은 850°C에서 200시간 소결한 후 공기중에서 냉각하였다. 각 시편의 크기는 직경 21mm, 두께 4mm 의 크기로 제조하였다.

3. 결과 및 고찰

준정적 상태의 stiffness 는 자석을 초전도체 위에서 측정하고자 하는 높이까지 서서히 상, 하 이동시키며

변위에 따른 힘의 관계를 Hysteresis loop 를 따라 반복되는 force Cycle 을 얻을 수 있었다. 진동 측정은 자석과 초전도체와의 일정높이를 설정한 후 외팔보 자유단 끝을 눌러서 초기진폭을 5.5mm로 일정하게 고정하고 순간적으로 자유롭게 놓아 외팔보의 진동으로부터 시간에 따른 진폭의 감쇠량으로 감쇠효과를 조사하였다. 이때 recorder 의 chart 는 60cm/min 로 하였으며 사용된 외팔보의 스프링강성 k 는 11.5mN/mm 이었다.

4. 결 론

YBCO는 초전도체 위에 자석을 올려 놓으면 flux pinning 에 의해 인력 및 반발력이 혼합된 어떤 위치에서나 평형점을 취하여 안정되나, BSCCO는 반발력만이 작용하게 되어 자석은 안정되기 어렵게 됨을 알 수 있다. 자석과 자석에 대한 힘과 변위에 대한 force cycle은 Hysteresis가 없는 가역적인 경로의 cycle 를 나타내었다. 즉 이것은 YBCO나 BSCCO에서처럼 flux pinning 에 의한 에너지 손실이 없었다. 이것이 초전도체와 자석과의 분명한 차이점이다. 따라서 고온 초전도체는 flux pinning 효과에 의한 pinning force 를 이용한 회전장치나 진동흡수를 위한 damper로서의 응용가능성이 매우 높다고 할 수 있다.

참고 문헌

- [1] B. H. Moeckly, S. E. Russ, D. K. Lathrop, R. A. Buhman, J. Li and J. W. Mayer, Appl. Phys. Lett., 57(16), 2687(1990).
- [2] J. Zhao, Y. Q. Li, C. S. Chern, P. Norris, B. Gallois, B. Kear and B. W. Wessels, Appl. Phys. Lett., 58(1), 89(1991).
- [3] B. Dwir, M. Affronte and D. Pavuna, Appl. Phys. Lett., 55(4), 399(1989).