

자기 저항소자의 특성

이상현
선문대학교 전자공학부

Properties of Magnetic Resistance Device in Superconductor Materials

Sang-heon Lee
Department of Electronic Engineering, Sun Moon University

Abstract : The magnetic flux is generated by a vortex current which circulates around the vortex with a sense of rotation opposite to that of the diamagnetic screening surface current. When the external magnetic field was applied to the superconductor magnetometer, some regions of the magnetic sensor will be destroyed, especially the weak link regions and the defect regions. The destroyed regions will be increased with the increasing of the magnetic flux.

Key Words : Superconductor ceramics, diamagnetic

1. 서 론

금속계 초전도체의 임계전류를 항상 시킨 세라믹스 초전도체가 도출되어 액체질소를 응용한 초전도 개발이 진행 되어 오고 있다. 페로브스카이트형 구조를 가지는 초전도 산화물 세라믹스는 높은 유전율을 가지고 있어 최근 까지 자기센서, 적외선 센서등 으로 이용하기 위해 연구가 진행되어오고 있는 대표적인 초전도체 재료이다. 이 세라믹을 이용한 전기전자용 디바이스 중에 Oxide magnetometer가 있다. 이는 초전도 세라믹에 미량의 Ag, Zr등의 도펀트를 첨가함으로써, 플럭스 피닝을 도입하여 전기저항이 높은 초전도 세라믹스의 고유 특성에 반해 전기 자기적 특성을 부여한 자기센서의 일종이다. 전기자기 효과는 초전도 단결정에서는 발현되지 않고, 오직 다결정체에서만 가능하다. 전기자기 효과는 외부자기로 부터의 급격한 전기저항의 증가 특성으로 인해 전자기 보호소자, 자기 메모리 소자, 초전도 자기 센서용등으로 사용된다.

최근, 세라믹스 초전도체가 갖는 특성을 극대화한 응용 디바이스의 출현을 위하여 반도체 및 자성체등의 자기 저항효과와는 다른 메커니즘을 도출하였다. 초전도 자기 효과를 이용한 회로의 수요가 증대하고 있는데, 종래의 반도체 및 자성체용 회로는 복잡하지만, 초전도 자기 회로는 단순하므로 매우 각광을 받고 있다. 따라서 본 연구에서는 높은 응용 가능성이 있는 초전도 세라믹 Oxide magnetometer를 제조하고, Tc 에서의 저항 상승률 개선, 첨가물의 양을 조절하였으며, 이로 인한 특성 개선의 연구를 하였다.

2. 실험

초전도 세라믹 Oxide magnetometer를 개발하기 위한 조성식은 $YBa_2Cu_3O_7$ 을 기본조성으로 하였다. 출발 원료는 1급 시약을 사용하였고, 분산매는 에탄올을 이용하였다. 먼저, 조성식에 맞게 분말을 평량한 다음, 폴리프로필렌 용

기에 지르코니아 볼을 이용하여 24시간 습식혼합·분쇄하였다. 그 후, 30℃의 건조 오븐에서 24시간 동안 충분히 건조시키고, 800℃에서 5시간 동안 하소하였다. 하소가 끝난 기본 조성 분말에 Ag 및 Zr첨가물을 정확히 평량하여, 폴리프로필렌 용기에 넣고, 지르코니아 볼로 10시간 동안 혼합·분쇄하였다.

그 후, 30℃의 건조 오븐에서 24시간 동안 충분히 건조하고, 결합제를 200mesh로 체가름 하여 조립하였다. 조립된 분말은 12φ금형에 0.6g씩 넣고, 성형한 다음 800℃에서 10시간동안 소결하였다. 소결된 시편은 스크린으로 인쇄하고, 500℃에서 10분간 열처리하였다. 전기적 특성을 분석하기 위하여 저항, 온도 변화에 따른 R-T 곡선을 측정하였다. 직류 전압을 인가하여 V-I 곡선을 측정하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1은 초전도 세라믹 Oxide magnetometer 구조이다.

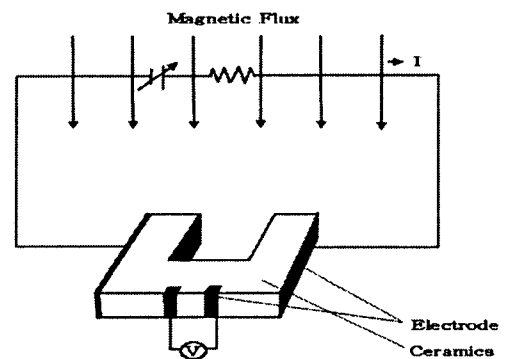


그림1 초전도 세라믹 Oxide magnetometer 구조

액체질소 온도에서 본 magnetometer에 정 전류를 흘리면서 magnetic field 를 측정하면 magnetic field의 증가와 함께 소자의 저항이 급격하게 증가 한다. 저항이 나타나는 magnetic field의 크기는 본 magnetometer의 크기에 의해서 제어 할 수 있으며, 정 전류가 클수록 저항이 나타나는 magnetic field의 크기는 작아진다. 이 특성은 magnetic field의 방향에 의존하지 않고, 높은 재현성과 안정성에서 우수하다. 초전도 magnetometer 특성의 동작 메커니즘에서는 세라믹스 초전도체가 많은 입자들로 구성되어 있으며, 입자와 입자 간에는 매우 얇은 절연 층과 point contact 이 존재하며 weak link로 구성되어 있음을 알 수 있다. magnetometer에 인가되는 field가 작을수록 초전도 전류는 Josephson effect에 의하여 weak link를 zero 저항의 형태로 통과한다. 그러나 magnetometer에 인가되는 field가 클수록 초전도 전류는 weak link를 통과하면서 저항이 발생 된다. weak link에 있어서의 초전도 전류의 phase modulation, coherence의 감소, 유기된 shield current등이 저항 발생의 중요한 요소로 사려된다. 따라서 세라믹스 초전도체는 많은 Josephson junction의 집합체로 생각할 수 있다. magnetometer의 안정성과 재현성의 요인으로는 Josephson junction의 집합체의 통계적 특성으로 생각할 수 있다.

4. 결 론

다결정입자를 이용한 세라믹스 magnetometer는 low magnetic field영역에서의 급격한 저항 변화를 이용한다면 고감도의 magnetic field 검출 소자로 활용이 가능하다. analog 측정과 동시에 digital 측정으로 응용할 수 있으며, Josephson 소자와 같은 고도의 제작 기술을 필요로 하지 않는다. 초저의 취급은 매우 간단하다. 전류밀도를 향상시키며 측정회로를 보다 간단하게 가져간다면 linear motor, energy saving, generator, 등 초전도장치의 제어용 소자로서 사용할 수 있다.

감사의 글

The neutron beam application lab. carried out this works which was supported by the Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) through THE National Research Laboratory Program funded by the Ministry of Science and Technology (Grant Number M106000002480J000024810).

참고 문헌

- [1] P. W. Haayman, R. W. Dam and H. A. Klasens, German Patent 929 350, 1955
- [2] A. B. Alles, V. R. Amarakoon and V. L. Burdick, J. Amer. Ceram. Soc. Vol. 78, No. 1, p. 148, 1989.