

전기화학 Coating Method

이상현

선문대학교 전자공학부

Electrochemistry Coating Method

Sang Heon Lee

Department of Electronic Engineering Sunmoon University

Abstract : In this work, the effects of substrate on the formation of YBaCuO by CVD were investigated by observing the microstructure and the crystallographic orientation and by measuring the temperature dependence of electrical resistance.

Source materials used to synthesize the YBaCuO superconducting film were beta-diketone chelates of Y, Ba and Cu. These chelates were evaporated at 137-264°C. The source vapors of Y, Ba and Cu were transported into hot zone by using Ar gas and O₂ gas was introduced separately.

Key Words : effects of substrate, YBaCuO, CVD

1. 서 론

에너지 분야에 혁신적인 기술혁명을 일으킬 수 있는 고온 초전도 재료개발이 부분적으로 성공함에 따라 국내에서의 소재개발 및 실용화 기술개발이 시급하게 되었다. 초전도 재료는 발전기, 송전케이블, 전기저장 등 초전도 전력시스템과 핵융합, MHD발전 등 신에너지 기술의 핵심적인 소재로 사용되며, 그 외에 자기부상 열차, 핵자기 단층촬영, 주요자원 회수용 자기분리장치, 초고속 연산 컴퓨터, 고감도 계측기 등 산업체 전반에 응용될 수 있다. 초전도재료를 상업적으로 활용하기 위해서는 개발된 초전도 물질의 물성향상뿐만 아니라 각 활용범위에 알맞은 형상으로의 가공이 요구된다. 따라서, 초전도 가공기술에 대한 연구는 높은 임계 전류밀도(Jc)를 갖는 초전도체 및 선재제조에 집중되고 있다.

본연구에서는 전기화학법에 의한 YBaCuO초전도 제조기술을 확립함과 동시에 높은 Tc, 높은 Jc를 갖는 초전도체를 제조하기 위하여 적절한 기판의 선택, 물성측정을 통한 초전도연구를 수행하였다.

2. 실험

원료물질로는 미국 Strem사의 Y, Ba 및 Cu β-diketone chelate를 사용하였다. 이들 원료물질을 137-246°C의 온도에서 증발시켰다. Y, Ba, Cu의 증발된 원료의 증기를 100ml/min로 흐르는 Ar gas를 사용하여 기판의 가열부로 운반되도록 하였다. 반응에 필요한 산소

는 다른 가지관을 통해 300ml/min의 속도로 공급하였다. 사용한 CVD반응관을 hot wall 형태로 Fig. 3에 나타내었다.

반응관의 압력에 따른 YBaCuO 형성을 알아보기 위해 반응관의 압력을 5, 10, 20 torr로 바꾸어 850°C로 가열된 MgO 단결정위에 증착시켰다. 또한 기판에 따른 형성의 영향을 살펴보기 위해 15 torr하에서 YSZ, MgO, SrTiO₃ 단결정 및 다결정 SrTiO₃ 기판위에 증착을 행하였다.

3. 결과 및 고찰

CVD법에 의해 77K 이상에서 초전도 특성을 보이는 YBaCuO를 성공적으로 제조하였다. 반응관의 압력을 변화시켜본 결과 반응관의 압력변화에 따른 YBaCuO의 결정학적 구조 및 온도-저항특성은 크게 달라지지 않았다. 그러나 압력이 20 torr에서 5 torr로 바뀔때 두께가 약 3배로 급격히 증가하였다. 압력감소에 따른 형성 속도의 증가에 따른 porosity도 증가하였다. 기판의 종류를 바꾸어 제조한 경우 MgO, YSZ, SrTiO₃ 단결정의 경우 epitaxial growth가 일어났으며 다결정 SrTiO₃의 경우에는 preferred orientation이 관찰되지 않았다. 단결정 SrTiO₃ 기판의 경우 2차원적 epitaxial growth가 관찰되었다. YSZ 기판의 경우 부분적으로 2차원적 epitaxial growth가 일어난 것은 주목할 만하다. SrTiO₃ 단결정위에 증착된 경우 Jc가 15만 A/cm² 이상의 높은 값을 갖는다.

SrCaCuO의 소결 시 고온 초전도 상 생성과 더불어

소결체의 밀도가 증가하는 소결체 팽창현상이 관찰된다. 소결시간에 따른 소결과정은 치밀화와 de-densification으로 나누어 지는데, 치밀화과정은 저온 초전도상과 액상이 공존할 때 발생하며, 액상이 존재하더라도 고온 초전도상의 생성 및 입자성장이 일어나면 밀도감소가 시작된다. 소결 중 Pb의 기화가 관찰되는데, 소결시편의 최대 밀도가 이론 밀도의 80%이하이므로 Pb의 기화가 시편팽창에 영향을 줄 가능성은 배제된다. 소결체의 밀도감소는 고온 초전도 상의 입자 생성 및 생성된 입자의 성장으로부터 유발된다.

4. 결 론

전기화학법에 의한 YBaCuO 제조시 기판의 종류에 따른 영향을 살펴보았다. MgO, YSZ, SrTiO₃ 기판의 경우 액체 질소 온도 이상에서 초전도특성을 나타 내었으며 또한 기판과 초전도체간에 epitaxy 관계를 갖는다.

YSZ기판의 경우 좁은 영역에서 2차원적 epi-growth가 관찰되었다.

감사의 글

The Neutron Beam Application Laboratory carried out this work, 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 M106000024806J000024810).

참고 문헌

- [1] H. Tamane, H. Kurosawa, A. Suhara, T.Hiral, K.Hirai, K. Watanabe, H. Iwasaki, N. Kobayashi and Y. Muto, Mol. Cryst. Liq. Cryst., 184, 343(1990)
- [2] T. Tsuroka, R. Kawasaki and H. Abe, Jpn. J. Appl. Phys. 28(10), L1800(1989)
- [3] Y. Q. Li, J. Zhao, C. S. Cherm, E. E. Lemoine, B. Gallois, P. Norris and B. Kear, Appl. phys. Lett., 5820, 2300(1991).