

후열처리가 Si/SiO₂/ZrO₂ 기판 위에 스퍼터링으로 형성된

Bi계 초전도 박막의 특성에 미치는 영향

(Effect of Post-Annealing on the Characteristics of Bi-System

Superconducting Sputter Deposited Thin Film

on Si/SiO₂/ZrO₂ substrate)

서울대학교 금속공학과 황 인오, 주 승기

Bi계 초전도 박막은 RF 또는 DC 스퍼터링, laser ablation, MOCVD 등의 방법에 의해 MgO, SrTiO₃, LaAlO₃ 등의 단결정 기판 위에 성공적으로 그 합성이 이루어져 왔다.¹⁾ 그러나 실제로 대면적화, 초전도 배선, 초전도 소자의 집적회로화 등의 응용을 위해서는 실리콘과 같은 반도체 기판 위에서 합성이 요구된다. 증착 후 열처리시 실리콘 기판과 초전도 박막이 심하게 반응하기 때문에 박막과 기판 사이에 적절한 완충층의 사용이 요구되는데, SiO₂/ZrO₂ 완충층을 사용할 경우 40K~70K 정도의 임계 온도를 갖는 Bi계 초전도 박막이 얻어진다고 알려져 있다²⁻³⁾. 본 연구에서는 실리콘 기판 위에 SiO₂/ZrO₂ 완충층을 형성한 후, Bi계 초전도 박막을 형성하여, 후열처리 분위기가 초전도 박막의 특성에 미치는 영향에 대하여 고찰하여 보았다.

Si (100) 기판을 열산화하여 약 5000Å의 SiO₂를 형성한 후, RF 마그네트론 스퍼터링에 의해 ZrO₂ 층을 형성하였다. Zr 금속 타겟을 사용하였으며 RF power는 300W, 챔버 내 압력은 10mTorr, 아르곤과 산소의 비는 1:9, 기판 온도는 400℃, 두께는 3000 Å으로 하였다. 진공을 깨지 않은 상태에서 그 위에 Bi계(Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O) 초전도 박막을 증착하였다. 스퍼터링에 사용된 타겟은 전형적인 고상반응법에 의해 제작하였으며, 타겟의 조성은 초기 분말 혼합시 금속 양이온 비가 Bi:Pb:Sr:Ca:Cu = 1.4:0.6:2:2:3가 되도록 하였다. RF power는 60W, 챔버 내 압력은 10mTorr, 아르곤과 산소의 비는 9:1, 기판 온도는 400℃, 두께는 6000Å으로 하였다. 증착된 시편은 모두 30분 동안 관상로에서 열처리하였으며, XRD 분석과 4탐침법에 의한 임계 온도 측정, SEM 관찰 등을 통하여 시편의 특성을 분석하였다.

MgO 등의 단결정 기판 위에 형성된 Bi계 초전도 박막의 후열처리는 통상적으로 공기 또는 산소 분위기에서 행하여지며 80K 상이 형성되는 온도 범위는 약 40~50℃ 정도이다. 그러나, Si/SiO₂/ZrO₂ 기판 위에 형성된 Bi계 초전도 박막을 공기 또는 산소 분위기에서 후열처리 한 경우 80K 상이 형성되는 온도 범위가 0~10℃ 정도로 매우 좁게 나타났다. 얻어진 박막을 질소 분위기에서 후열처리 한 경우 80K 상이 형성

되는 온도 범위가 110℃ 정도로 크게 넓어졌으나, 110K 상의 형성에 유리하다고 알려진⁵⁾ 산소 감압 분위기(O₂ 12%) 후열처리의 경우에는 80K 상의 안정 온도 범위가 20℃ 정도로 공기 분위기와 거의 비슷하였고, 110K 상은 얻어지지 않았다. 전반적으로 산소 분위기로부터 질소 분위기로 산소의 분압이 작아짐에 따라 80K 상이 형성되는 온도가 약 150℃ 정도 낮아졌으며 온도 범위는 0℃에서 110℃로 넓어졌다. 후열처리 온도가 낮은 경우 상당히 치밀한 박막을 얻을 수 있었고, 질소 분위기, 670℃에서 후열처리한 시편의 경우 임계온도가 $T_{c,onset} = 79K$, $T_{c,offset} = 58K$ 로 나타났다.

참고문헌

1. For Example, Tsutom Yotsuya, Yoshihiko Suzuki and Kohei Otani, *Jpn.J.Appl.Phys*, **27**, L209 (1988)
2. R.Parsons, F.Orfino, N.Osborne, D.Grigg, and R.Zindler, *J.Vac.Sci.Technol.B*, **10**(2), 697 (1992)
3. L.S.Hung, J.A.Agostinelli, G.R.Paz-Pujalt, and J.M.Mir, *Appl.Phys.Lett*, **53**(24), 2450 (1988)
4. Utako Endo, Satoshi Koyama and Tomoji Kawa, *Jpn.J.Appl.Phys.*, **27**(8), L1476 (1988)