

낮은 산소 분압을 이용한 YBCO 고온초전도 박막의 sputter deposition
(Deposition of YBCO Thin Films by Rf Sputtering at Low Oxygen Partial Pressure)

한국표준과학연구원 박용기, 박근섭, 박종철
한국과학기술원 신동찬

낮은 산소 분압하에서 YBCO 고온초전도 박막을 in-situ 로 제작할 경우 YBCO 구조내에서 원자들의 mobility가 증가하게 되고^[1] 따라서 기판의 온도를 어느정도 감소시키는 경우에 오히려 양질의 박막을 얻을 수 있다. 본 연구에서는 off-axis rf sputtering 장비를 이용하여 in-situ 로 YBCO 박막을 제작할 경우 낮은 산소 분압이 성장된 박막의 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

Y 에 대한 Ba 의 비가 1 ~ 2 로 여러가지 조성의 2 inch target 을 사용하였으며 박막 증착시 O₂ 와 Ar 을 1 : 1 로 혼합한 gas 를 넣어 전체 압력이 10 mTorr 가 되도록 하였다. 기판의 온도 580 ~ 770 °C, rf power 50 W 에서 증착률 약 1.5 nm/min 으로 박막을 증착하였으며 증착이 끝난후 450 ~ 480 °C 에서 1 시간 동안 여러가지 산소압력 (1 atm. ~ 100 mTorr)하에서 annealing 하였다.

Fig.1 은 Ba/Y 비가 다른 target 으로부터 증착된 박막의 임계온도 변화를 나타내고 있으며 Fig.2 는 c-축의 격자상수를 나타낸다. Ba/Y 비가 2에서 1로 감소함에 따라 임계온도는 51 K 에서 85 K 로 증가하며 c-축의 격자상수는 1.182 nm 에서 1.170 nm 로 감소하고있다. 이러한 결과는 낮은 산소 분압하에서 YBCO 박막을 증착할 경우 Y 자리에 Ba 이 치환되는 것으로 설명이 가능하다^[2,3]. 즉 낮은 산소 분압하에서 YBCO 박막을 증착하기 위해서는 Ba 이 Y 자리에 치환되는 것을 억제하여야 하는데 stoichiometric 조성에 비해 Ba 이 부족한 target 으로 증착하는 경우에 오히려 양질의 박막을 얻을 수 있다.

Fig.3 은 증착이 끝난 후 annealing 할 때의 산소 압력에 따른 c-축의 격자상수 변화를 나타낸다. Ba/Y 비가 1에 가까운 경우 annealing 할 때의 산소 압력에 크게 영향받지 않는 반면 Ba/Y 비가 2에 가까운 경우에는 annealing 할 때의 산소 압력이 낮을 수록 c-축의 격자상수가 증가하고있다. Fig.4 는 증착 온도에 따른 77 K 에서의 임계전류밀도를 나타낸다. 낮은 산소 분압에서 target 의 조성이 YBaCu_{2.5} 일 때 증착 온도가 600 °C 부근에서 10⁶ A/cm² 이상의 임계전류밀도를 갖는 YBCO 고온초전도 박막을 얻을 수 있었다.

참고 문헌

1. R.H. Hammond and R. Bormann, Physica C 162-164, 703 (1989).
2. V. Matijasevic, P. Rosenthal, K. Shinohara, A.F. Marshall, R.H. Hammond and M.R. Beasley, J. Mater. Res. 6, 682 (1991).
3. R. Feenstra, D.K. Christen, C.E. Klabunde and J.D. Budai, Phys. Rev. B 45, 7555 (1992).

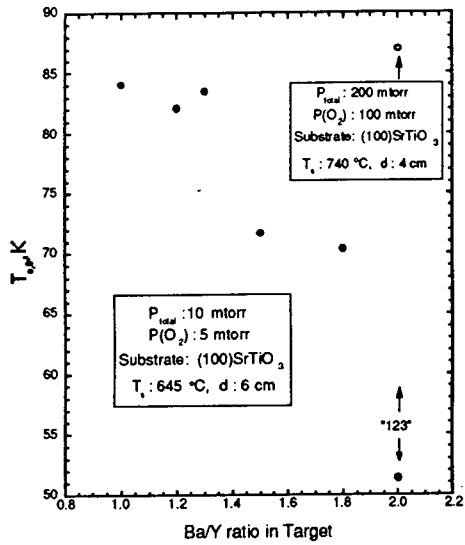


Fig. 1. Variation of $T_{c,0}$ with Ba/Y ratio.

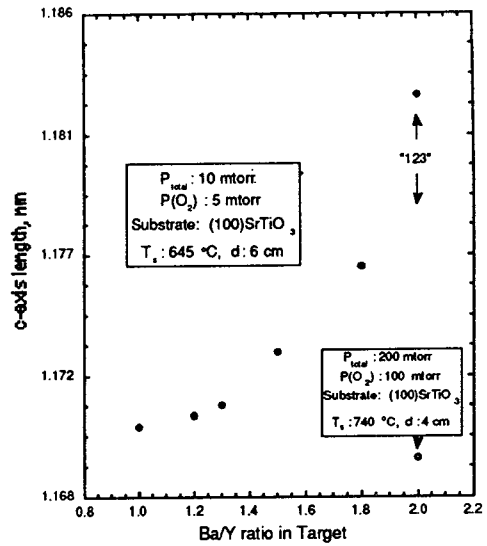


Fig. 2. Variation of c-axis length with Ba/Y ratio.

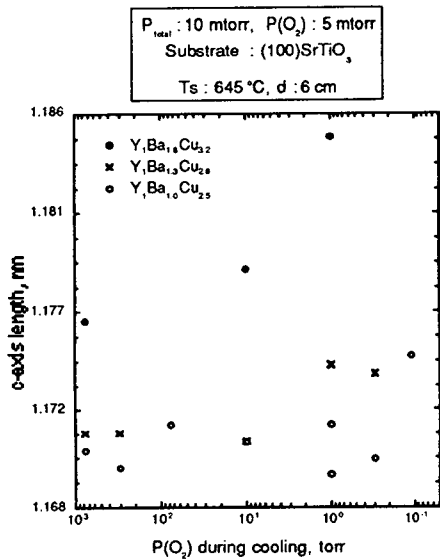


Fig. 3. Variation of c-axis length with oxygen pressure during cooling after deposition.

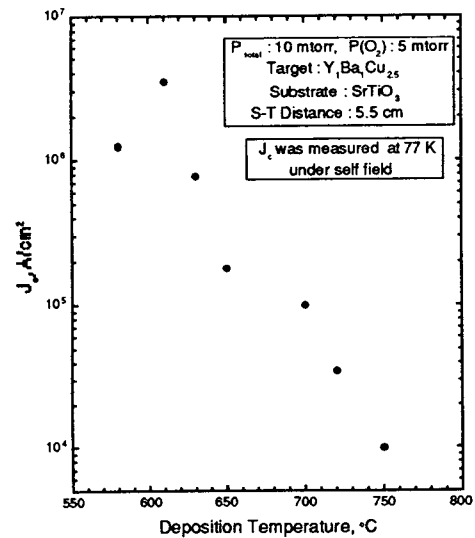


Fig. 4. J_c of films fabricated at various deposition temperature with Ba deficient target at low oxygen partial pressure.