

## 레이저 어블레이션을 이용한 금속기판상 산화물박막 증착

정영식\*, 이상렬\*, 김지연\*\*, 양인상\*\*, 박상진\*\*\*  
 \*연세대학교 전기공학과, \*\*이화여자대학교 물리학과, \*\*\*삼성종합기술원

### 1. 서 론

고온 초전도체가 1986년에 발견된 이래로 높은 임계전류밀도를 갖는 길고 유인한 고온 초전도체를 제작하기 위해 많은 연구가 진행중에 있다[1-3]. 고온 초전도체중 최근에 많이 사용되는 산화물인  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO)는 좋은 특성을 가졌지만 쉽게 부서지는 성질 때문에 선재로 이용하기가 어렵다[4]. 그러므로 유연성을 갖는 금속기판상에 고온초전도  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO)박막을 증착시키는 기술을 개발하는 것이 필요하다[5]. 그러나, 금속기판과 YBCO박막 사이의 계면화산현상때문에 금속기판상 고품질의 YBCO박막을 증착하는 데에는 상당한 어려움이 존재한다[6]. 이러한 문제점을 극복하기 위해 본 실험에서는 yttria-stabilized zirconia(YSZ= $[Y_2O_3]_x[ZrO_2]_{1-x}$ ) 산화물 완충막을 사용하여 계면화산을 막고 YBCO박막의 적층성장을 이루어 높은 임계온도와 임계전류밀도를 얻고자 한다.

### 2. 실험 방법

그림 1에 나타난 펄스 레이저 증착시스템을 이용하여 금속기판에 YBCO 박막증착 실험을 하였다. 레이저 빔으로는 248 nm의 파장을 갖는 KrF 엑시머 레이저가 이용되었으며 타겟표면과 레이저 빔이 이루는 각도를 45°로 유지하고 렌즈를 통해 집광시킨 레이저 빔의 에너지밀도를 YSZ 증착시  $1.9 J/cm^2$ 로, YBCO 증착시  $0.93 J/cm^2$ 로 유지시켰다. 기판온도는 YSZ 증착시 780°C와 830°C로, YBCO 증착시 780°C로 가열하였다. 산소압은 YSZ 증착시 200 mTorr, YBCO 증착시 400 mTorr이었다. YSZ 타겟과 기판사이의 거리는 4.5 cm, YBCO 타겟과 기판사이의 거리는 6 cm이었다. 레이저 반복율은 5Hz이었고 YSZ와 YBCO는 각각 15분씩 증착되었다.

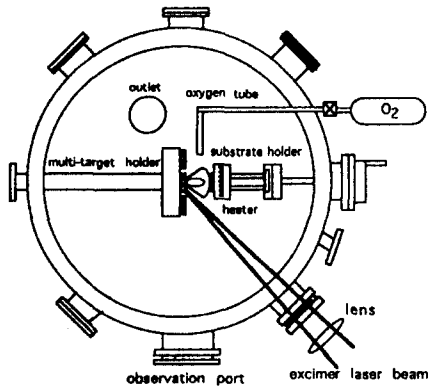


그림 1. 펄스 레이저 증착시스템 개략도

YSZ 타겟표면과 YBCO 초전도타겟표면을 사포로 문질러 표면을 최대한 매끈하게 만든 후 타겟을 회전가능한 타겟홀더에 온페이스트를 이용하여 부착하였다. 금속기판은 Hastelloy를 사용하였으며 기판을 클리닝하기 위하여 아세톤, 메탄올, DI water 순으로 초음파 세척기로 5분씩 세척하여 질소 가스로 건조시켰다. YSZ 증착이 끝나면 바로 in-situ로 YBCO 박막을 증착시켰다.

### 3. 결과 및 고찰

다양한 레이저 증착조건을 변화시켜가며 실험을 수행하였으며 기판온도는 매우 중요하며 금속기판상 고품질의 YBCO박막을 구현하기위해 최적 기판증착온도에 대해 연구되었다. 현재까지 진행되어진 연구로 그림 2와 같은 YBCO박막에 대한 저항의 온도의존성 결과를 얻었다. 그림 2(a)는 YSZ 완충막이 YBCO박막 증착온도와 같은 780°C에서 증착되어 on set 온도가 95K, 임계온도가 24K임을 보이고 있다. 그림 2(b)는 YSZ 완충막이 YBCO박막 증착온도보다 높은 830°C에서 증착되어 YBCO박막의 임계온도가

81K로 높아짐을 관찰하였고 저항의 온도 의존성은 금속성을 보이고 있음을 알 수 있었다. 그림 2(b)의 특성이 그림 2(a)의 특성보다 좋은 이유는 YSZ 완충막 증착온도가 YBCO박막의 적층성장에 영향을 미치기 때문임을 알 수 있었으며, SEM(Scanning Electron Microscopy) 분석법을 통해 표면거칠기가 그림 2(b)의 조건에서 더욱 평탄함을 관찰하였다.

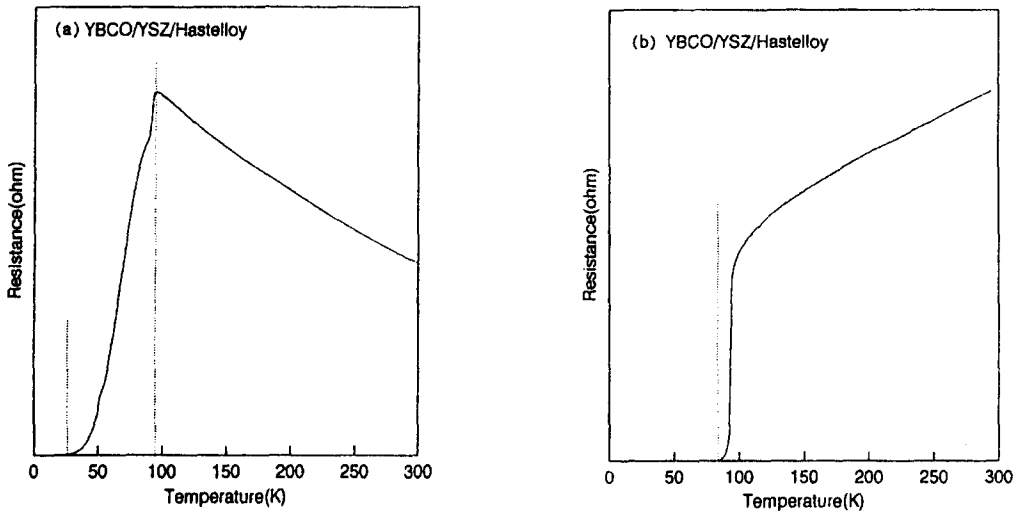


그림 2. YBCO박막의 RT 특성. (a) YSZ 완충막이 780℃에서 증착된 경우, (b) YSZ 완충막이 830℃에서 증착된 경우.

#### 4. 결 론

본 연구를 통해 레이저 이블레이션을 이용한 금속기판상 산화물박막 증착결과를 고찰하였으며, YSZ 완충막의 영향을 관찰하였다. 즉, YSZ 완충막은 고온 초전도박막과 금속기판 사이에서 발생하는 계면화산현상을 방지하는 동시에 높은 온도에서 증착되었기 때문에 더욱 좋은 결정성을 갖으며 이로 인해 YSZ 완충막 위에 증착되는 YBCO박막의 적층성장이 가능하게 되어 높은 임계온도가 달성되었다.

#### 5. 참 고 문 헌

- [1] T. Nabatame, S. Koike, O.B. Hyun, I. Hirabayashi, H. Suhara, and K. Nakamura, Appl. Phys. Lett. 65, p.776, 1994
- [2] 이 상 열, 제6회 레이저 가공기술 심포지움, p.169, 1995
- [3] N. Tomita, Y. Takahashi, and Y. Ishida, Jpn. J. Appl. Phys. 29, p.L30, 1990
- [4] A. Goyal, D.P. Norton, J.D. Budal, M. Paranthaman, E.D. Speccht, D.M. Kroeger, D.K. Christen, Q. He, B. Saffian, F.A. List, D.F. Lee, P.M. Martin, C.E. Klabunde, E. Hartfield, and V.K. Sikka, Appl. Phys. Lett. 69, p.1795, 1996
- [5] X.D. Wu, S.R. Foltyn, P.N. Arendt, W.R. Blumenthal, I.H. Campbell, J.D. Cotton, J.Y. Coulter, W.L. Hults, M.P. Maley, H.F. Safar, and J.L. Smith, Appl. Phys. Lett. 67, p.2397, 1995
- [6] Ashok Kumar, L. Ganapathi, S.M. Kanetkar, and J. Narayan, Appl. Phys. Lett. 57, p.2594, 1990