

Q-switched Nd:YAG 레이저에 의한 YBCO박막의 비접촉식 가열방식증착

박주형*, 이상렬*, 최민정**, 양인상**
*연세대학교 전기공학과, **이화여자대학교 물리학과

1. 서 론

펄스 레이저 증착법은 20여년 전부터 사용되어진 박막증착법으로서 최근 고온초전도체, 강유전체 및 세라믹 박막 등을 성공적으로 증착 시킴으로써 다성분계 박막증착의 최적 공정으로 각광을 받게 되었다.[1-3] 특히 펄스 레이저 증착법은 타겟과 동일한 조성의 박막을 증착시킬 수가 있어서 다성분의 박막을 단일 타겟으로부터 쉽게 얻을 수 있다. 따라서 이러한 장점 때문에 펄스 레이저 증착법을 이용한 고온초전도체 박막증착은 그 활용성과 유용성이 뛰어나다.

증착원리에 있어서 타겟표면에 집속된 레이저 빔은 타겟표면 물질을 플라즈마 상태로 만들고 이 플라즈마 플룸이 결정화에 알맞는 온도로 가열된 기판 위에서 결정구조를 가진 박막을 형성하게 되는데 현재까지 기판의 가열방식은 저항가열 히터를 이용한 것이었다.[4] 본 논문에서는 기판 후면의 실리콘에 의한 손상을 방지하기 위하여 할로겐 램프를 사용한 비접촉식 가열방식을 도입하였다. 이러한 비접촉식 가열방식에 의한 박막증착시 기판의 후면이 깨끗하게 보존될 수가 있으므로, 기판 후면의 집지평면을 초전도 박막으로 만들 경우 마이크로웨이브 소자의 고주파 특성 향상이 가능할 것이다.[5]

2. 실험 방법

그림 1의 펄스 레이저 증착 시스템에 1kW 할로겐 램프를 이용한 비접촉식 가열방식을 보였다. 즉, 저항가열 히터 부분을 할로겐 램프로 바꾸어 줌으로써 열을 공급하기 위해 MgO 기판을 가열히터에 직접 접촉하던 방식을 탈피하여, 기판과 히터의 접촉없이 YBCO를 증착하는 방식을 시도하였다. 할로겐 램프는 스텐레스 스틸로 만든 상자 모양의 기판 홀더 안에 위치시켰으며, 그 상자의 한 면에 구멍을 뚫어 그 부분에 MgO 기판을 배치하였다.

레이저원으로는 Q-switched Nd:YAG 레이저를 사용하였다. 레이저 파장은 1064nm, 532nm, 355nm의 파장 가변이 가능하였으며, 그 중 제 2 고조파 532nm를 이용하였다. 기판온도는 750°C 였으며, 산소압은 300mTorr 였다. 증착시 타겟과 기판 사이의 거리는 4.5cm로 조절하였다. 레이저 반복율 10Hz를 사용하여, 30분간 증착하였다.

YBCO 초전도 타겟은 사포를 이용하여 표면의 불순물과 거칠기를 최소화한 후 회전 가능한 타겟홀더에 부착시켰다. MgO 기판을 아세톤과 메탄올의 순서로 초음파 세척기에 의해서 3분씩 세척한 후, 진술한 비접촉식 가열방식 기판 홀더에 고정시켰다.

3. 결과 및 고찰

비접촉식 가열방법을 이용하여 체계적으로 레이저 증착 조건을 변화시켜가며 실험하였다. 4극 집지법에 의한 저항 대 온도의 특성을 측정하였으며, 결과적으로 초전도 박막의 좋은 특성을 나타내는 급속성장질을 관찰하였다. 비접촉식 가열방식에 의한 초전도박막 증착시 집속식 가열방식에 의한 기판가열방식보다도 기판의 온도 의존성이 매우 민감함을 관찰하였고, 이에 따른 할로겐 램프의 체계적 온도 제어

를 통한 MgO 기판의 정확한 온도유지가 좋은 박막을 제작할 수 있는 중요한 조건임을 알 수 있었다. 기판 후면의 할로겐 램프와 MgO 기판 사이에서의 측정온도가 865℃일 때 MgO 기판 면에서의 증착온도는 750℃임을 확인하였으며, 레이저의 에너지 밀도는 약 1.3J/cm², 산소 분위기압 300mTorr, MgO 기판온도 750℃, 타겟에서 기판간의 거리 4.5cm 일 때 우수한 초전도 특성을 갖는 박막증착이 가능하였다.

4. 결 론

본 연구를 통해 비접촉식 할로겐 램프를 이용한 가열방법에서는 기판 증착면에 고품질의 YBCO를 증착시킨 후에도 기판의 후면이 깨끗한 상태로 남아있음을 확인하였다. 이와같은 연구결과는 기판 후면의 접지평면을 초전도 박막으로 만들 경우 초전도 통신소자의 고주파 특성이 우수하게 되므로 이러한 증착 방식은 고품질의 마이크로웨이브 소자제작을 가능하게 할 것이다.

5. 참 고 문 헌

- [1] H.S. Newman, D.B. Chrisey, J.S. Horwitz, B.D. Weaver, and M.E. Reeves, IEEE Trans, Magn. 27(2), p.2540, 1991
- [2] R.Simon, Physics Today 44, p.64, 1991
- [3] N.P. Ong, J.K. Moyle, J. Bajaj, and J.T. Cheung, J. Vac. Sci. Technol. A5, p.3079, 1987
- [4] 이 상 렬, 한국 전기학회 추계 학술대회 논문집 pp329-331
- [5] David B. Rensch, Jack Y. Josefowicz, Perry Macdonald, C.W. Nieh, Walter Hoefler, and Frans Krajenbrink, IEEE Trans, Magn. 27(2), p.2553, 1991

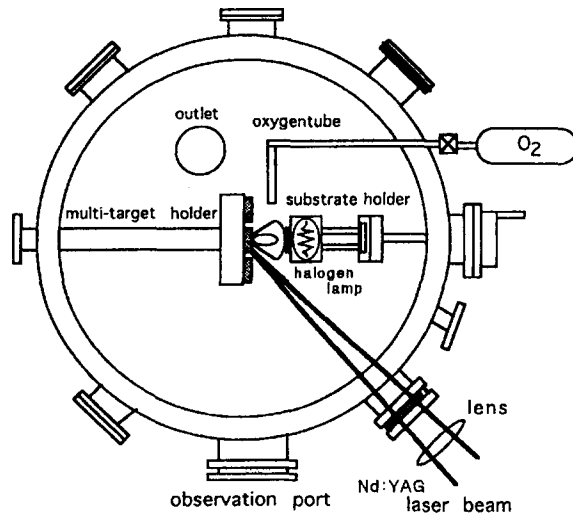


그림 1. 펄스 레이저 증착 시스템