

부분용융법을 이용한 Bi-2212 초전도 후막 제작

*강형곤, *임성훈, *임성우, **한병성

Fabrication of Bi-2212 Superconducting thick Films by MPMG process

*Hyeong-Gon Kang, *Sung-Hun Lim, *Sung-Woo Lim, and ** Byung-Sung Han

Abstract

$\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}$ (Bi-2212) thick films were fabricated on Y211 substrate by screen printing method. The aim of the study was to fabricate superconducting thick films on Y211 substrate by MPMG process. For this study, patterned samples by screen printing method were heated with MPMG process. The thickness of Bi2212 on substrate was about 20 μm and these samples showed many Bi- 2212 phases.

Key words(중요용어) : Bi-2212(저온상), Screen printing methods, MPMG

1. 서 론

1987년 임계온도가 액체질소의 비등점 이상을 갖는 Y계 산화물 초전도체가 발견된 이후, 잇따라 Bi계, Tl계 초전도체가 개발되었고, 최근에는 Y계에서 Y대신에 Hg로 대체한 임계온도가 150K에 이르는 Hg계 화합물 초전도체가 개발되어 많은 주목을 받았다. 그러나, 제작된 벌크만으로는 여러 가지 전자소자들에 직접적으로 응용할 수 없고, 초전도체의 선재화 및 박막화, 기술이 뒤따라야 한다. 선재화를 위해서는 작업 공정상 산소의 영향이 적으며, 임계온도도 비교적 높은 Bi계가 많이 사용되고 있다. 박막화를 위해서는 결정구조나, 초전도 특성이 잘 알려진 Y계 초전도체가 주로 사용되고 있다. 현재 마이크로웨이브의 응용을 위한 우수한 특성의 초전도 박막을 제작하기 위해 sputtering, MO CVD, molecular beam evaporation, Laser ablation법 등이 사용되고 있다. 이중 Laser ablation법은 우수한 특성의 박막을 제작할 수 있어 최근에 많이 사용되고 있다. 그러나, 박막제작을 위해서는 단결정 기판이 필요하고, 제작 공정 또한 고가의 장비가 필요할 뿐 아니라 많은 시간과 노력이 필요하다. 그래서 한편으론 우수한 특성의 후막을 제작하여 이를 전자소자에 응용하고자 하는 노력이 많이 진행되고 있다. 후막을 제작하기 위한 방법으로는 screen printing법^{1, 2)}, 플라즈마 용사법(plasma spraying)^{3, 4)}, sol-gel법을 이용한 침지코팅법⁵⁾ 등이 있다.

후막제작은 기판에 대한 영향이 적으며, 제작하는 방법도 단순하고, 많은 시간도 필요하지 않다. 그러나, 박막에 비해서는 많은 면에서 초전도 특성이 떨어진다.

본 연구에서는 미리 제작된 Y211초전도 저온상 기판위에 스크린프린팅법을 이용하여, 패턴을 형성하고, Bi계 저온상을 이용하여 부분용융법으로 후막을 제작하였다. Bi계 저온상은 임계온도는 고온상에 비해 낮지만은 안정적이고, 높은 임계전류밀도 특성을 보인다. 본 논문에서는 후막을 이용한 소자개발에 앞서 Y211 기판위에 Bi계 저온상을 이용하여 패턴을 형성할 때 이 패턴이 초전도 특성을 보이는가를 실험하였다. 이를 위하여 전자현미경, X-ray 분석, 임계전류밀도를 측정하였다.

2. 실험방법

Bi_2O_3 , SrCO_3 , CaCO_3 , CuO 분말을 2.2: 2.05 : 0.95: 2 가 되도록 칭량하였다. 여기서 열처리 공정시 Bi의 증발을 고려하여 분말을 칭량하였다. 이렇게 칭량된 분말을 막자 사발에 고르게 혼합 분쇄하였다. 이렇게 혼합된 분말을 막자 사발에 780°C, 800°C, 820°C에서 각각 12시간, 12시간, 50시간 하소를 실시하여 충분히 불순물을 제거하고자 하였다. 이렇게 하소된 분말을 PVdf(Polyvinylidene) 와 NMP(N-Methyl-2-pyrrolidone)의 비율이 6%, 10% 12% 인 바인더와 각각 혼합하여 실크를 이용한, 스크린 프린팅 방법으로 패턴을 형성하고, Y211기판위에 그림 1과 같이 프린팅을 실시하였다.

이렇게 프린팅 된 샘플을 그림 2와 같은 MPMG

* 전북대학교 전기공학과 박사과정

** 전북대학교 전기공학과 교수

공정에 따라 열처리를 실시하였다. 모든 열처리 공정을 마치고 질소와 산소를 적당한 비율로 혼합한 혼합 가스 분위기에서 다시 500℃로 20시간 어닐링을 실시하여 적절한 산소와의 결합을 유도하였다. 이 샘플들을 SEM, X-ray, 임계전류밀도 측정 시스템을 이용하여 그의 특성을 조사하였다.

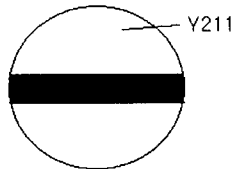


그림 1. 스크린 프린팅에 의한 패턴 형성
Fig 1. Pattern by screen printing method

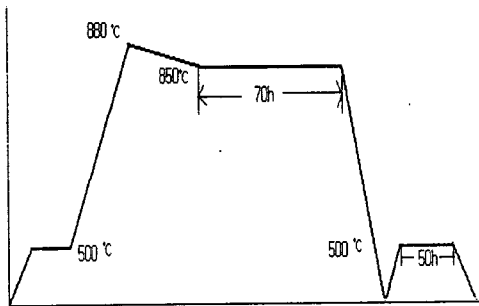


그림 2. MPMG 공정
Fig. 2. MPMG process

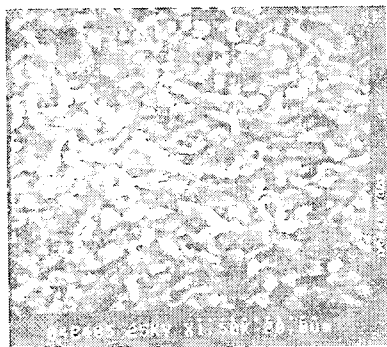


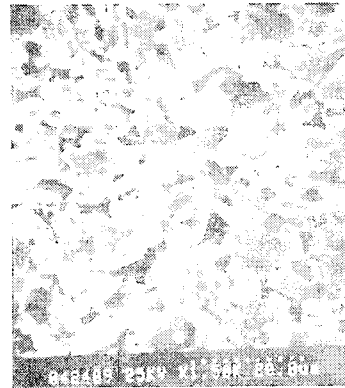
그림 3. Y211 기판의 전자현미경 사진
Fig. 3. SEM micrograph of Y211 substrate

3. 실험 결과 및 고찰

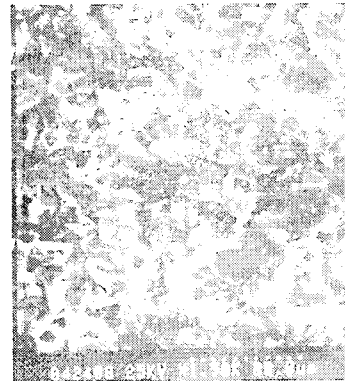
그림 3은 기판으로 사용한 Y211 기판의 전자현미경 사진이다. 그림에서 보는 것과 같이 Y211상의 특징인 막대형태의 상들이 고르고, 조밀하게 성장되어

있는 것을 확인할 수 있다.

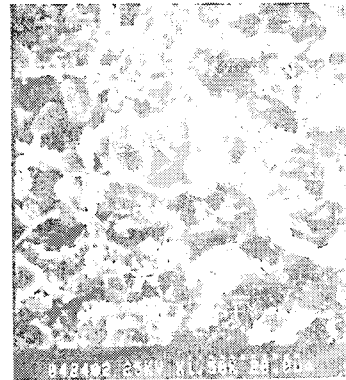
그림 4는 바인더 혼합 비율에 따른 패터된 샘플의 전자 현미경 사진이다. 바인더 혼합 비율에 따른 형태는 특별한 차이점은 존재하지 않으나, 바인더 양이 12%일 때 상들이 조밀하게 성장되어 있는 것을 확인할 수 있다. 그림 5의 X-ray 측정결과에서는 많은 Bi-2212 피크들이 다수 나타나 있음을 볼 수 있다.



(a) 6 %



(b) 10 %



(c) 12 %

그림 4. 시편의 전자현미경 사진
Fig. 4. SEM micrographs of samples

그림 6은 만들어진 샘플을 절단하여 측면면을 현미경으로 촬영한 것이다. Bi저온상과 기판인 Y211상을 확연하게 구분할 수 있고, 성장된 Bi 저온상의 두께는 평균 20 μ m 정도가 된다.

4. 실험 결과

Y211 기판 위에 바인더 성분을 달리하여 Bi 저온상을 성장시켰다. 바인더 양이 12%에서 구상 형태의 상들이 조밀하게 형성되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 만들어진 후막의 Bi 저온상의 성장 두께는 20 μ m 정도 이었고, 4단자 법을 이용하여 측정한 임계전류밀도는 약 4 mA정도 되었다.

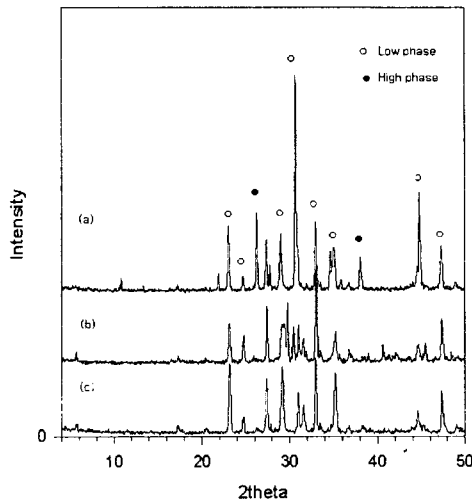


그림 5. 바인더 비율에 따른 X-ray
Fig.5. X-ray patterns of samples



그림 6. 샘플의 측면면 사진
Fig. 6. Cross section of sample

참 고 문 헌

- (1) U. V. Varadaraju, G.V.S. Rao, K.D. Chandrasekharan, and A. Baradarajan, "Superconductivity Behaviour in Screen-Printed $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ Films," *Thin Solid Films*, 164, pp. 119-122 (1988)
- (2) M. Sacchi, F. Sirotti, B. Morten, and M. Prudenziati, "High T_c Superconductivity in Y-Ba-Cu-O Screen-printed Films," 53 (12) pp. 1110-1112 (1988).
- (3) N.Mori, Y. Itoi, and M. Okuyama, "Superconducting Y-Ba-Cu-O Thick Films on Silicon and alumina Substrates Prepared by the plasma Spraying Method," *Jpn.J. Appl.Phys.*, Vol. 28, No. 2, L239-L240 (1989).
- (4) B.Gudmundsson, H.Wang, R.A.Neiser, B.Katz, and H. Herman, "The Effect of Heat Treatment Environment on the Superconducting Properties of Plasma-sprayed $YBa_2Cu_3O_y$ Deposits," *J. Appl. Phys.*, 67 pp. 2653-2655 (1990)
- (5) Y. Masuda, R. Ogawa, Y. Kawate, K. Matsubara, T. Tateishi, and S. Saka, "preparation of $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ Superconducting Films Through the Sol-Gel Method Using Metal Alkoxides as Starting Materials," *J. Mater. Res.*, Vol. 7, No. 4, pp 819-826 (1992)