

열처리에 따른 BSCCO 용사피막의 초전도특성

Superconductor characteristics of BSCCO spray films by Heat treatment

도형준*, 박경채*

* 경북대학교 금속신소재공학과

ABSTRACT the superconductor characteristics of BSCCO spray films by Heat treatment was studied. $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ (Bi-2212) is high-Tc superconductor(HTS) coatings have been prepared by Heat treatment. Where high current carrying capabilities are required and therefore thick film and bulk material are called for, the $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_8$ -d(Bi-2212) compound has evolved as one of the most promising. and the Bi-2212 HTS coating layer is synthesized through the peritectic reaction between Sr-Ca-Cu oxide coating layer and Bi-Cu oxide coating layer by partial melting process. The superconducting characteristics depends on the spray distance which was related to the spray particle melt. The Bi-2212 HTS layer consists of the whisker growth and secondary phase in 2212 layer were observed.

1. 서 론

네덜란드 물리학자 Kamerlingh Onnes[1]가 헬륨 기체를 절대온도 4도 이하로 냉각시켜서 액화하는데 성공하였다.

그 이후 많은 초전도 물질이 발견되고 있다. 특히 고온에서 나타나는 초전도화합물 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_8$ (Bi-2212)와 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ (Bi-2223) $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_6$ (Y-123)은 산업분야에서 각광받는 물질이다. Bi 2212는 고전류량이 요구되는 곳에 이용되며 박막, 벌크 재료 등에서 폭넓게 사용될 것이다. 특히 BSCCO계 초전도화합물은 Bi계 고온 초전도체는 Maeda 등[2]에 의해 발견된 이래로 얇은 박막 형태로 많은 연구가 보고 되고 있다[3-6] BSCCO계 초전도화합물은 취성이 매우 큰 산화물이다. 그래서 파이프 및 코일 형태로 가공하는 것이 불가능하여 현재는 Ag파이프 안에 산화물을 충전시켜서 인발 및 소결하여 제조하는 방법으로 적용된다. 그러나 이 공정은 인발 및 소결시 초전도 산화물의 손상 및 수축변형으로 인해 초전도 특성이 매우 저하 되는 단점이 있다. 이 같은 결점을 보완하기 위해 본 연구에서는

Plasm 용사를 행하여 초전도 피막을 만들어 검토하고자 한다.

2. 실험 방법

본 연구에서 사용된 용사분말은 Bi_2O_3 , SrCO_3 , CaCO_3 , CuO 분말로서 Bi_2O_3 와 CuO 를 Bi:Cu=2:1로 Sr:Ca:Cu=2:1:2로 각각 칭량(이하 2001, 0212라 각각 칭함)하여 Ball Mill, Attrition Mill을 통해 혼합하고 약 800°C에서 소결한 후 분체하여 유동도가 양호한 2001, 0212 용사분말을 그림 1과 같이 제조하였다. 혼합된 분말은 구형 체를 이루고 있으며 분말은 30-80 μm 크기의 입자들로 구성되어 있다.

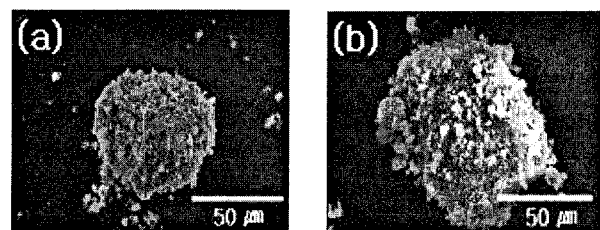


Fig. 1. SEM image of 2001 (a) and 0212 (b) powders.

모재는 steel 판재(100x200x2mm)를 사용하였고, 블라스팅 처리한 모재에 용사기를 이용하여 Al₂O₃과우더를 적층시키고 플라즈마 용사로 0212 과 2001 코팅층을 순차적으로 그림 2와 같이 형성시켰다. 그림 3은 열처리 스케줄을 나타내었다. 본 실험은 벌크 상태에서 분위기를 달리하여 실험을 행하였다. 특히 대기중과 질소 분위기의 영향을 알아보기 위해 대기 및 0.1bar 질소 하에 행하였다. 코팅층의 미세조직 관찰 및 상, 성분분석은 각각 SEM, EDS로 분석하였고, 초전도 특성을 조사하기 위해 SQUID장치를 사용하여 모멘트와 임계온도를 조사하였다.

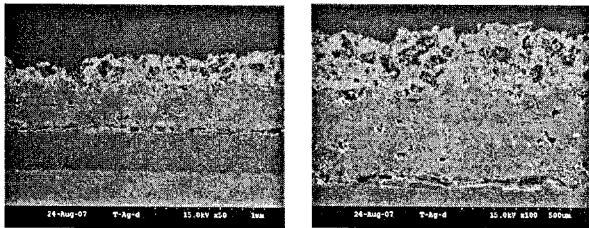


Fig2. After Plasma spray

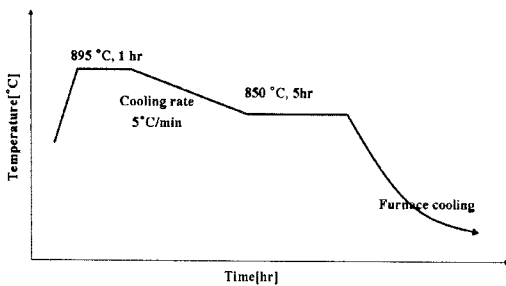


Fig. 3. Heat treatment schedule

3. 실험 결과

3.1 용사 피막에서의 2212층 생성

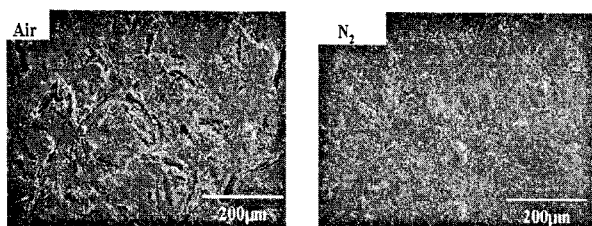
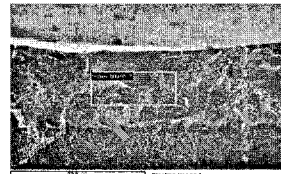


Fig4. Morphology of the coating surface after Heat treatment

질소분압을 0.1bar로 조절하여 제 2상을 감소시키고 초전도상 결정립의 배향성을 향상시키고자 하였다. 질소분압과 대기중을 변수로 하여 연구 결과를 언급한다. 그림4는 질소분압으로 했을 시 Secondary phase가 대기중 보다 현격히 줄어듦을 알 수 있다.



Element	Weight%	Atomic%
O K	17.48	61.22
Ca K	3.45	4.83
Cu L	11.17	9.85
Sr L	15.90	10.17
Bi M	52.00	13.94
Totals	100.00	

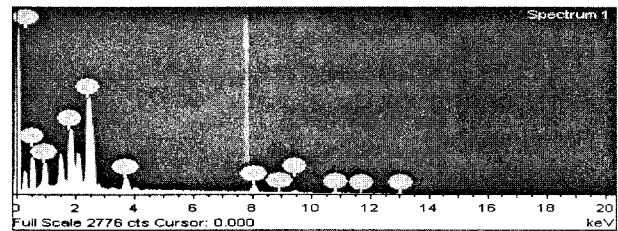


Fig5. The SEM photograph EDS analysis taken after Heat treatment in N₂

그림5는 질소분위기하에서 열처리 후 절단면을 나타내고 있다. 절단면 중간층에 새로운 상인 2212상이 나타났다.

3.2 용사층의 초전도 특성

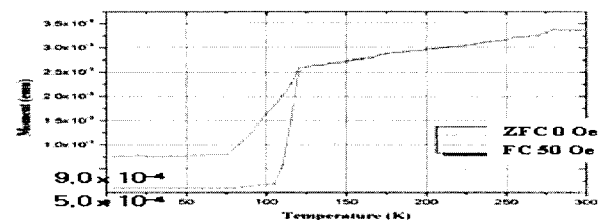


Fig6. The ZFC(0 Oe) and FC(50 Oe) magnetic moment of the 2212 coatings as Heat treatment.

그림 6은 질소분위기에서 열처리 후 온도에 따른 자기 모멘트의 변화를 보여주고 있다. 115K 부근에서 임계온도를 보이고 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 2001 및 0212의 비율을 가지는 복합 용사 분말을 불 밀링 방법으로 제조하여 플라즈마 용사하여 판재 성형체를 제조하였고 열처리 과정을 통해 2212 초전도 피막을 제조하였다. 이리하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 열처리 후 2001 코팅 층과 0212 코팅 층간에 2212층이 형성되었다.

2) 질소 분위기에서는 대기중 표면보다 Secondary phase상이 현격히 줄어들었다.

3) 플라즈마 용사 코팅층의 초전도 특성 결과, 115K에서 Para-conductivity 현상이 발생했으며 2212상의 결과라 생각된다.

참 고 문 헌

1. H. Kamerlingh Onnes, Comm. Phys. Lab. University Leiden, Nos. 119, 120, 122(1911)
2. H. Maeda, Y. Tanaka, M. Fukutomi, T. Asano, Jpn. J. Appl. Phys 27(1988) L209.
3. T. Matsushima, Y. Ichikawa, H. Adachi, K. Setsune, K. Wasa, Solid State Commun. 76(1990) 1201.
4. M. Inoue, K. Yoshida, K. Ohbayashi, Y. Takai, H. Hayakawa, Physica C 200 (1992) 403.
5. T. Hatano, K. Nakamura, H. Narita, J. Sato, A. Ishi, S. Ikeda, J. Appl. Phys. 75 (1994) 2141
6. M. Nakao, H. Furukawa, R. Yuasa, S. Fujiwara, Jpn. J. Appl. Phys. B 30 (1991) 3929.