

Bi-2223테이프의 과임계전류 특성

박권배, 이성수, 류경우, 이지광*, 차귀수**
 전남대학교, *우석대학교, **순천향대학교

Over-critical current characteristics of a Bi-2223 tape

Kwon-Bae Park, Sung-Soo Lee, Kyung-Woo Ryu, Ji-Kang Lee, Guee-soo Cha
 Chonnam National Univ., *Woosuk Univ., **Soonchunhyang Univ.

u9897795@chonnam.chonnam.ac.kr

Abstract - The over-critical current behaviors for bare or insulated Bi-2223 tapes with different matrix materials have been examined. The result shows that static resistances of the two bare tapes becomes similar for currents above 150 A but different for currents below. In the insulated A tape the first rapid temperature rise occurred around 180 A and eventually burned out about 190 A.

Table I Specifications of Bi-2223 tapes

종 류	모 재	사이즈 (mm)	임계전류(A) (77K, 0T)	조 성 (Bi/모재)
A테이프	Ag	3.5×0.3	20	23/77
B테이프	AgMgNi	3.5×0.3	37	25/75

1. 서 론

사고시 전력기기에겐 정격전류보다 수십배에서 백배나 큰 사고전류가 짧은 시간동안 흐르게 된다. 이와 같은 전력기기에 Bi-2223테이프를 사용할 경우 테이프는 큰 사고전류에 대해 소손으로부터 안전해야 한다. 또한 초전도체의 고유한 특성인 임계전류보다 대단히 큰 사고전류에 의해 테이프는 상진도로 전이된다. 그 결과 Bi-2223 테이프에는 급격한 저항이 발생되어 사고전류를 제한하는 효과 (limiting effect)가 일어난다. 따라서 본 연구에서는 사고전류와 같은 큰 과임계전류에 대하여 Bi-2223테이프의 온도상승 및 저항 특성을 조사하였다.

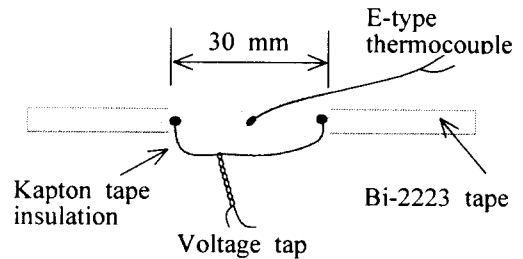


Fig. 1. Schematic of the samples.

은 샘플뿐만 아니라 Kapton테이프로 절연한 샘플도 준비했다.

사고시 전력기기에 흐르는 정격전류보다 대단히 큰 사고전류에 대해 Bi-2223테이프가 얼마나 소손으로부터 안정한가를 평가하기 위하여 준비된 샘플에 최대 약 200 A의 직·교류 정현파 전류를 통전시켰을 때 샘플의 온도상승 및 저항 특성을 조사하였다.

2. 샘플 및 실험 방법

과임계전류특성 실험에 사용된 A 및 B 즉 두 종류의 Bi-2223테이프에 대한 사양을 Table I에, 샘플에 대한 개략도를 Fig. 1에 각각 나타내었다. 과임계전류에 대한 샘플의 온도상승 측정을 위하여 테이프와 E형 열전대와의 직접적인 접촉에 의해 접촉부에서 발생하는 테이프의 전압강하를 억제할 목적으로 전기절연 및 열전도 특성이 비교적 우수한 IMI-7031 바니시를 수 μm 두께로 코팅하였다. 또한 코팅된 바니시 박막 위에 열전대를 테이프와 열적으로 안정하게 접합시키기 위하여 동일한 바니시로 열전대를 도포하였다. 그리고 Bi-2223테이프의 전력기기 응용시 도체의 절연을 고려하여 테이프를 전기적으로 절연하지 않

3. 실험 결과 및 검토

Fig. 2 및 Fig. 3에는 A, B테이프에 직류 전류를 통전했을 때 길이 30 mm의 샘플에 대해 측정된 정저항과 온도상승을 각각 나타내었다. Fig. 2에서 실선은 상이한 온도에서 A테이프의 모재인 은 (Ag)의 저항률 - 온도 특성 데이터로부터 계산된 A테이프의 전기저항을 나타낸다[1]. Fig. 2에서 비절연 A, B테이프의 측정 결과로부터 테이프 전류가 약 150 A이상이 되면 모재에 무관하게 테이프의 저항은 일정한 값으로 포화되는 반면 이하에서는 합금 모재인 B테이프의 저항이 순수 금속 모재인 A테이프의 저항보다 오히려 작은 것을 알 수 있다. 또한 150 A이상에서 비절연 A테이프의 측정된 저항과 77 K에서 계산된

저항이 비교적 잘 일치함을 알 수 있다. Kapton 테이프를 절연된 A테이프의 경우 측정된 저항이 약 180 A에서 급격히 증가함을 알 수 있다. 이는 절연된 A테이프에 대한 온도 데이터 즉 Fig. 3으로부터 알 수 있는 바와 같이 급격한 저항 증가는 테이프의 온도 상승이 그 주된 원인임을 알 수 있다. 특히, 약 190 A에서 제2의 급격한 과도적인 온도상승 즉 약 960 K로 상승하여 소손되는 것을 확인하였다.

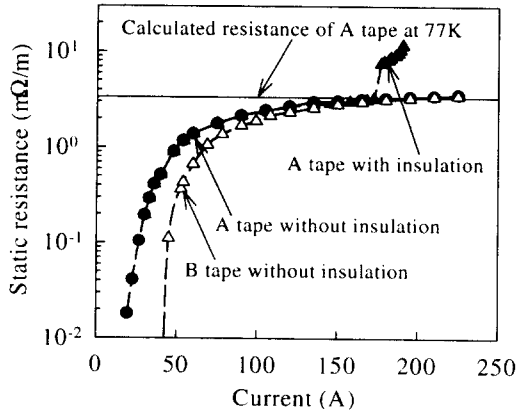


Fig. 2. Static resistance vs. transport current.

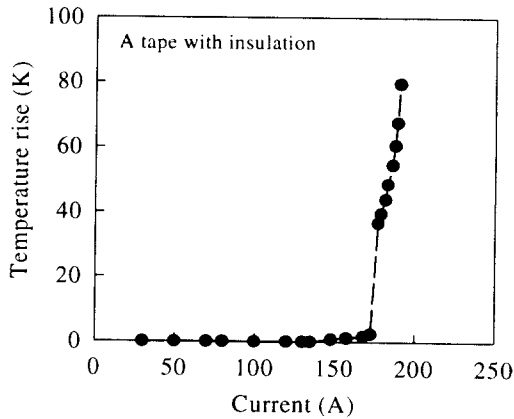
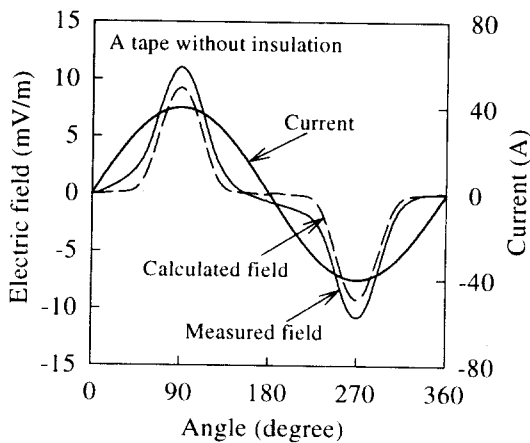
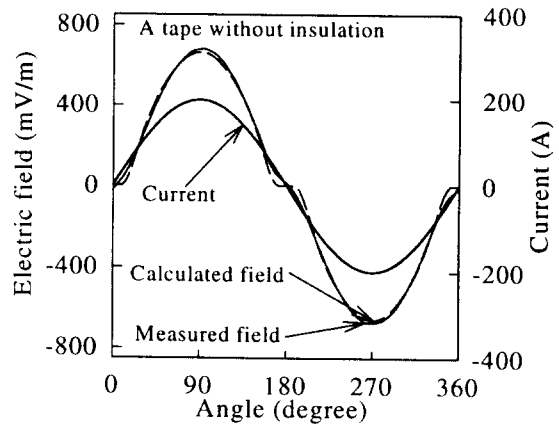


Fig. 3. Temperature rise vs. transport current.



a) $2I_c$.



b) $10I_c$.

Fig. 4. Electric field and transport current vs. angle.

Fig. 4의 a), b)에는 비절연 A테이프에 대해 전류 진폭이 임계전류의 2배 및 10배, 주파수가 50 Hz인 교류 정현파전류를 통전시켰을 때 전압 탭으로부터 측정된 전계를 나타내었다. Fig. 4에서 파선은 직류전류를 통전했을 때 측정된 Fig. 2 정저항 데이터로부터 계산된 전계이다. Fig 4의 결과로부터 운전전류가 작은 즉 임계전류의 2배인 경우는 계산된 전계가 측정된 전계보다 비교적 작은 반면 임계전류의 10배인 운전전류에서는 양자가 비교적 잘 일치함을 알 수 있다.

3. 결 론

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 비절연 A, B테이프의 경우 전류가 약 150 A 이상에서는 모재와 무관하게 테이프의 저항은 동일한 반면 이하에서는 합금 모재인 B테이프의 저항이 순수 금속 모재인 A테이프의 저항보다 오히려 작다. 또한 150 A 이상에서 비절연 A테이프의 측정된 저항과 77 K에서 계산된 저항이 비교적 잘 일치하였다.
- 2) 절연된 A테이프의 경우 측정된 저항은 약 180 A에서 급격히 증가하다가 약 190 A에서 제2의 급격한 온도상승으로 소손되었다.
- 3) 비절연 A테이프에 사고전류와 같이 임계전류보다 매우 큰 교류 전류를 통전시킨 경우 측정된 전계와 정저항으로부터 계산된 전계가 비교적 잘 일치하였다.

본 연구는 산업자원부의 지원으로 수행되었다.

(참 고 문 헌)

- [1] Y.Iwasa, E.J. McNiff, R.H. Bellis and K. Sato, "Magnetoresistivity of silver over temperature range 4.2 - 159K" Cryogenics, vol.33, pp.836-837, 1993.