

자속구속형 초전도 사고전류제한기의 회복특성

임성훈^a, 한태희¹, 박형민¹, 조용선¹, 송재주², 최명호³, 황중선⁴, 최효상¹, 한병성⁵

^a숭실대학교 전기공학부, ¹조선대학교, ²순천청암대학, ³광주보건대학, ⁴남도대학, ⁵전북대학교

Recovery Characteristic of Flux-Lock Type SFCL

Sung-Hun Lim^a, Tae-Hee Han¹, Hyoung-Min Park¹, Yong-Sun Cho¹, Jae-Joo Song²,

Myoung-Ho Choi³, Jong-Sun Hwang⁴, Hyo-Sang Choi¹, Byoung-Sung Han⁵

^aSoongsil Uni., ¹Chosun Uni., ²Suncheon Cheongam College, ³Kwangju Health College,

⁴Namdo Provincial College, ⁵Chonbuk National Uni.

Abstract : The flux-lock type superconducting fault current limiter (SFCL) has the attractive characteristics that can adjust the current limiting level by the turns' ratio and the winding direction of two coils. To apply this type SFCL into power system, the analysis for the recovery characteristics of it together with the current limiting characteristic is needed. In this paper, the experiments of the current limiting and the recovery characteristics of the flux-lock type SFCL with YBCO thin film were performed. The recovery characteristics of the flux-lock type SFCL dependent on the winding direction of two coils were analyzed through the comparison with the resistive type SFCL.

Key Words : flux-lock type SFCL, winding direction, recovery characteristics.

1. 서 론

자속구속형 고온초전도 사고전류제한기는 두 코일의 인덕턴스 비를 조절함으로써 제한되는 사고전류크기를 조절할 수 있으며, 두 코일의 결선방향에 따라 사고시 자속구속형 사고전류제한기를 구성하는 고온초전도 단위소자의 전력부담을 조절할 수 있는 특징을 가지고 있다[1-2].

자속구속형 고온초전도 사고전류제한기를 실제통에 적용하기 위해서는 사고전류제한 특성이외에 사고제거에 따른 사고전류제한기의 회복특성에 대한 분석은 필수적이다.

본 논문에서는 자속구속형 고온초전도 사고전류제한기의 사고제거에 따른 회복특성에 대해 분석하였다. 이를 위해 일정주기동안 부하를 단락시켜 사고를 발생시킨 후 사고가 제거되어 부하가 선로와 연결되었을 경우 자속구속형 고온초전도 사고전류제한기의 회복특성을 전압, 전류측정을 통해 조사하였으며, 저항형 초전도 사고전류제한기의 회복특성과 비교분석하였다.

2. 실험

자속구속형 고온초전도 사고전류제한기의 구조는 그림 1과 같이 2개의 코일이 병렬로 연결된 리액터와 코일 2에 직렬로 연결된 고온초전도 소자로 구성된다. 고온초전도 소자는 직경 2인치의 사파이어 기판에 300nm 두께로 증착된 YBCO 박막을 금코팅을 실시한 후 식각공정을 통해 폭 2mm, 전체길이 440mm로 제작하였다. 2개의 코일이 병렬로 연결된 리액터는 두 코일의 누설인덕턴스를 최소화하기 위해 적층된 형태로 제작하였으며 설계사양은 표 1과 같다.

표 1. 자속구속형 고온초전도 사고전류제한기 설계사양

Iron Core(LaminatedSi)	Size	Unit
Outer Horizontal Length(l_{ox})	235	mm
Outer Vertical Length (l_{oy})	250	mm
Inner Horizontal Length(l_{ix})	137	mm
Inner Vertical Length (l_{iy})	155	mm
Thickness (d)	132	mm
Coil 1 and 2	Value	Unit
Inductance Ratio of Two Coils	0.055	
YBCO Thin Film	Value	Unit
Material	YBCO	
Critical current	20	A
Total Line Length	440	mm
Line Width	2	mm
Thin Film Thickness	0.3	μm
Gold Layer Thickness	0.2	μm

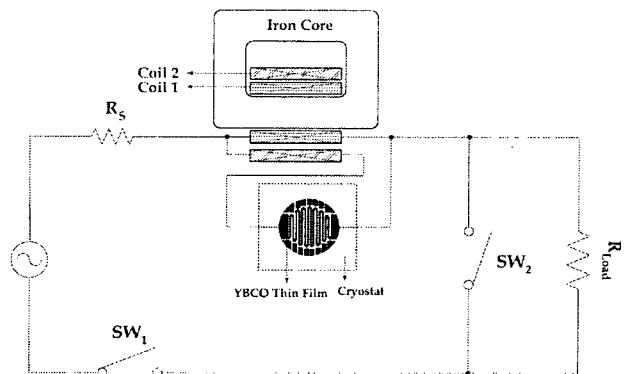


그림 1. 자속구속형 초전도 사고전류제한기의 회복특성 실험회로도.

그림 1은 자속구속형 고온초전도 사고전류제한기의 사고 발생과 사고제거에 따른 사고전류 제한 및 회복특성을 모의하기 위한 실험장치 구성을 보여준다. 우선 SW1을 투입한 후 SW2을 주어진 사고주기동안 투입하여 단락사고를 모의하였으며, 다시 SW2 개방과 동시에 SW1을 개방시켜 회복특성을 조사하였다. 이때, 각 코일에 흐르는 전류와 고온초전도 소자양단전압을 포함한 각 코일의 유기전압을 측정하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

자속구속형 고온초전도 사고전류제한기는 결선방향에 따라 초전도 소자의 켄치특성이 영향을 받게 되며 이로 인해 사고전류제한 특성도 다르게 된다. 따라서, 사고제거후 회복특성도 감극결선인 경우와 가극결선인 경우에 대해 조사하였다.

그림 2는 초전도 소자단독으로 동작시, 즉 저항형인 경우 사고제거후 회복특성을 보여준다. 사고가 제거된 후에도 초전도소자에 축적된 열로 인해 초전도 상태로 회복되기 까지 일정시간이 걸리는 것을 볼 수 있다. 또한, 사고주기가 증가함에 따라 회복되는 시간도 비례적으로 증가하는 것을 관찰할 수 있다.

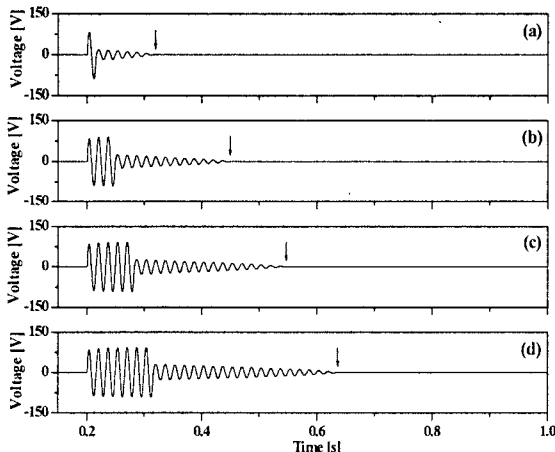


그림 2. 저항형 초전도 사고전류제한기의 사고주기에 따른 회복특성.
(a) 1주기. (b) 3주기. (c) 5주기. (d) 7주기.

그림 3, 4는 자속구속형 고온초전도 사고전류제한기의 코일의 결선방향을 감극결선한 경우와 가극결선한 경우의 사고주기에 따른 회복특성을 보여준다. 감극결선한 경우는 저항형에 비해 사고제거후 초전도상태로 회복되기까지 시간이 길게 나타남을 볼 수 있으며, 가극결선한 경우는 반대로 저항형에 비해 회복시간이 짧게 나타나는 것을 비교할 수 있다. 위로 회복특성으로부터, 자속구속형 고온초전도 사고전류제한기를 감극결선으로 설계할 경우 초전도 소자의 사고시 내부 열축적량이 저항형보다 크게 이루어지는 반면, 가극결선한 경우는 초전도 소자내의 열축적량이 저항형보다 작게 나타나는 것으로 분석할 수 있다.

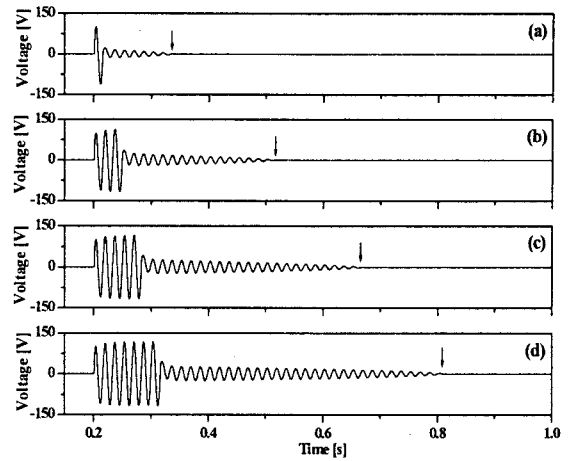


그림 3. 감극결선시 사고주기에 따른 회복특성.
(a) 1주기. (b) 3주기. (c) 5주기. (d) 7주기.

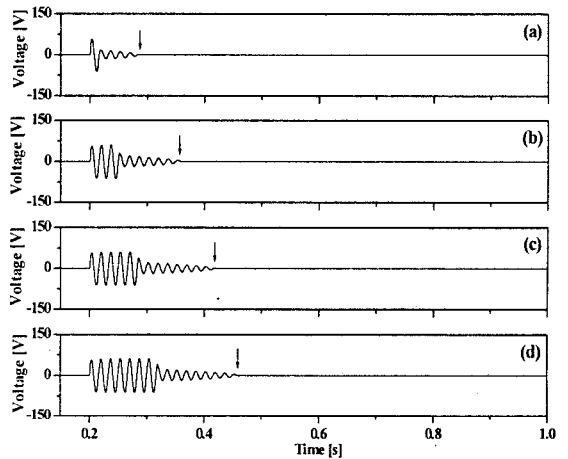


그림 4. 가극결선시 사고주기에 따른 회복특성.
(a) 1주기. (b) 3주기. (c) 5주기. (d) 7주기.

4. 결론

본 논문에서는 자속구속형 고온초전도 사고전류제한기의 사고제거에 따른 회복특성을 실험을 통해 분석하였다. 분석결과, 감극결선한 경우는 사고제거후 초전도 상태로 회복되기까지 시간이 저항형에 비해 오래 걸린 반면, 가극결선한 경우는 저항형보다 짧은 시간에 회복되는 것을 관찰할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] S. H. Lim, et. al, "The fault current limiting characteristics of a flux-lock type high-Tc superconducting fault current limiter using series resonance," *Cryogenics*, vol. 44, pp. 249-254, April 2004.
- [2] S. H. Lim, et. al, "Fault Current Limiting Characteristics Due to Winding Direction Between Coil 1 and Coil 2 in a Flux-Lock Type SFCL," *Physica C*, vol.416, pp. 34-42, November 2004.