

재투입과 재차단의 기능을 갖는 새로운 DC SSCB

김진영*, 최승수*, 김인동*
부경대 전기공학과*

A Novel DC Solid State Circuit Breaker with Rebreaking and Reclosing Capability

Jin Young Kim*, Seung Soo Choi*, In Dong Kim*
Pukyong National Univ.*

ABSTRACT

전력효율을 높일 수 있는 DC 전송이 주요 관심사가 됨에 따라 전력품질에 대한 기술이 요구된다. DC 그리드의 전력품질을 위해서는 반도체 차단기는 필수요소이다. 따라서 본 연구에서는 신속한 차단이 가능하고 재투입과 재차단 기능을 갖는 반도체 차단기를 제안한다. 제안한 회로는 단락 사고를 모의하고 시뮬레이션과 실험을 통해 시스템의 동작 특성을 검증하였다.

1. 서론

전력효율을 높일 수 있는 DC 전송이 주요 관심사가 됨에 따라 전력품질에 대한 기술이 요구된다.^[1] 전력품질을 위한 기술로는 단락사고 시 신속하게 차단하는 기능, 차단이후 전력을 재투입하는 기능이 가장 중요하다. 따라서 DC 그리드의 전력품질을 위해서는 DC 반도체 차단기(Solid State Circuit Breaker : SSCB)는 필수요소이다. 하지만 기존의 DC 반도체 차단기는 커패시터를 재충전하기 위한 추가회로가 요구되거나 사고전류보다 큰 재충전 전류가 발생하는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 신속한 차단이 가능하며 추가회로 없이 재투입과 재차단 기능을 갖는 DC SSCB를 제안한다. 제안하는 DC SSCB는 가정용 DC 전송으로 적합한 380 [V], 5 [kW]급으로 설계하고 단락사고를 모의하여 시뮬레이션과 실험을 통해 동작 특성을 검증한다.

2. DC Solid-State Circuit Breaker

2.1 제안하는 DC SSCB

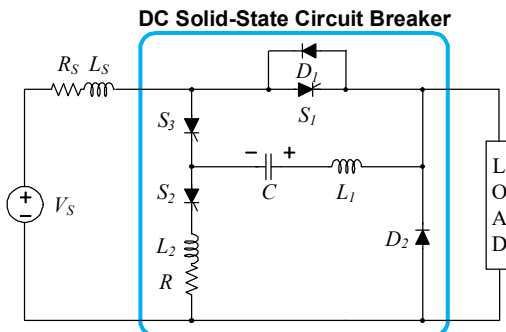


Fig. 1 Proposed DC Solid-State Circuit Breaker

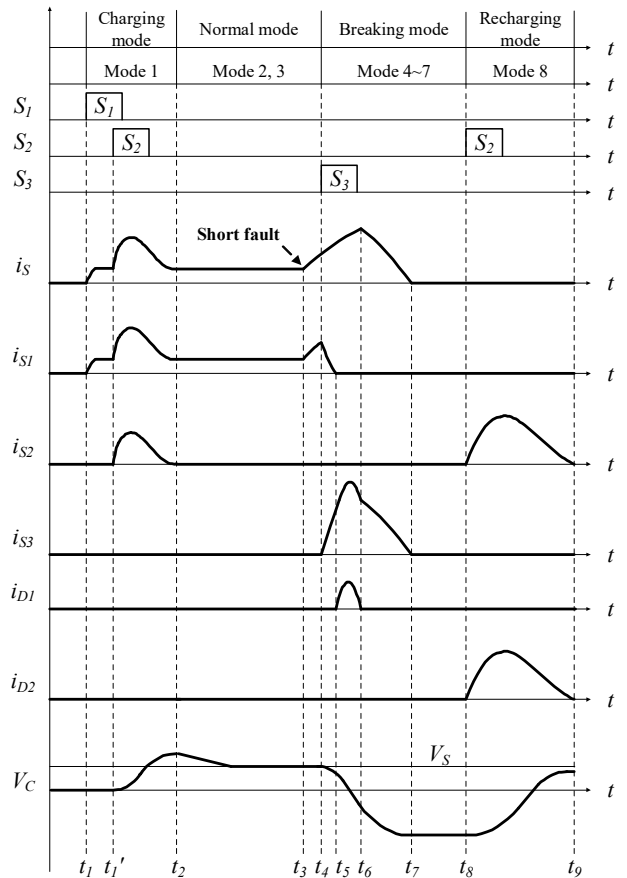


Fig. 2 Operating waveforms of the proposed DC SSCB

그림 1은 본 연구에서 제안하는 DC SSCB 회로이며 그림 2는 모드에 따른 각 소자의 파형을 나타낸다. 제안한 DC SSCB의 동작은 충전모드, 정상모드, 차단모드, 재충전모드로 나뉜다. 충전 모드에서는 사고 차단 시 사용되어지는 커패시터를 충전하게 되며, 정상모드에는 SCR S1을 통해 부하로 에너지가 전달된다. t_3 에서 단락사고가 발생하면 t_4 에서 SCR S3가 턴온이 되어 차단모드가 시작되며, L_1 C 공진 전류 $i_{S3}(S_3 C L_1)$ 에 의해 사고는 신속하게 차단이 된다. 재충전모드에서는 차단모드 동작 시 역방향으로 충전된 커패시터를 정방향으로 재충전하게 된다. 커패시터의 재충전이 완료되면 사고의 재차단이 가능하므로 SSCB는 다시 정상모드를 동작(재투입)을 하게 되고

단락사고가 재발별되면 재차단 동작을 수행한다.

그림 3은 시간에 따른 DC SSCB의 각 동작모드를 나타내며 그림 4는 차단모드 동작 시 각 소자의 전류파형을 나타낸다.

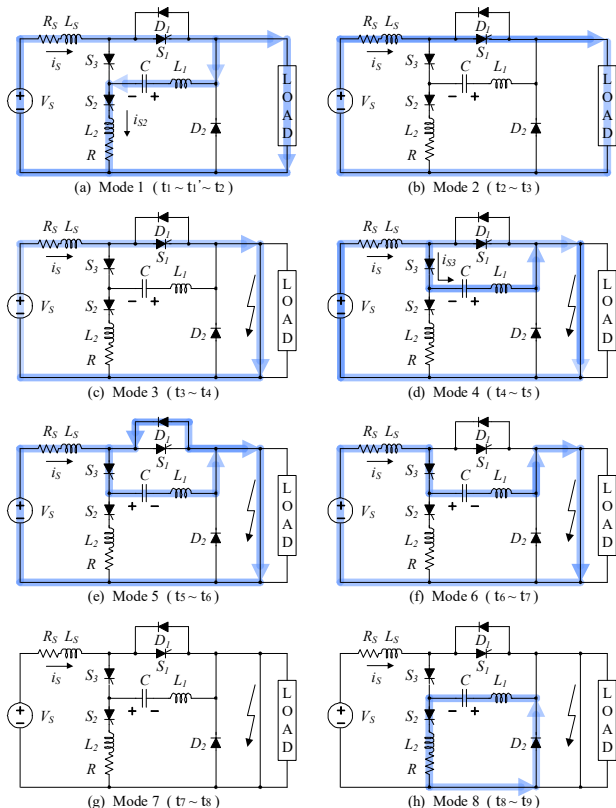


Fig. 3 Operating modes of the proposed DC SSCB

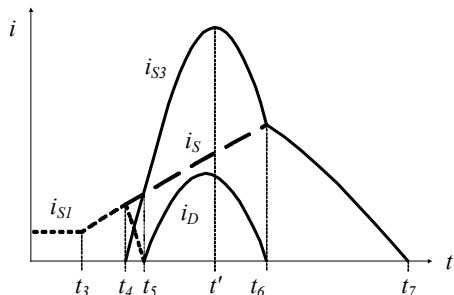


Fig. 4 i_{S1} , i_{S3} , i_S and i_D waveforms of breaking mode

2.2 제안하는 DC SSCB의 실험 결과

표 1 시스템 파라미터
Table 1 System Parameter

Parameters	Specification
Power rating	5 [kW], 380 [Vdc]
Line impedance R_S, L_S	50 [mΩ], 100 [uH]
L_1	25 [uH], $i_{peak}=1000$ [A]
L_2	240 [uH], $i_{peak}=500$ [A]
C	100 [μF], 1200 [VAC]
R	0.5 [Ω], 40 [W]
SCR	1600[V], $i_{av}=70$ [A], $i_{peak}=1600$ [A]
Diode	1600[V], $i_{av}=82$ [A], $i_{peak}=2000$ [A]

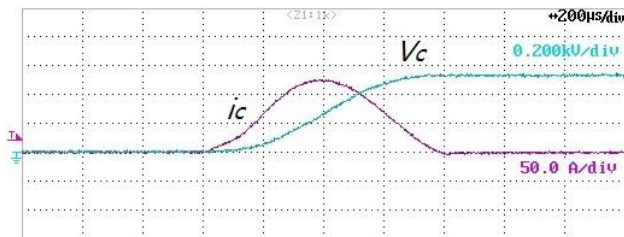


Fig. 5 Measured V_C and i_C waveforms of charging mode

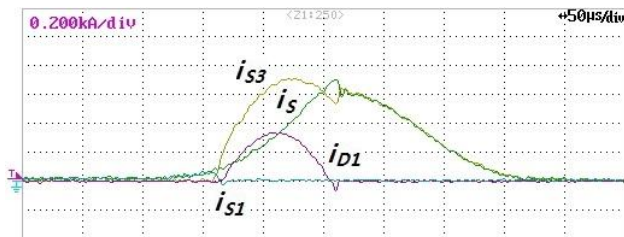


Fig. 6 Measured i_S , i_{S1} , i_{S3} and i_{D1} waveforms of breaking mode

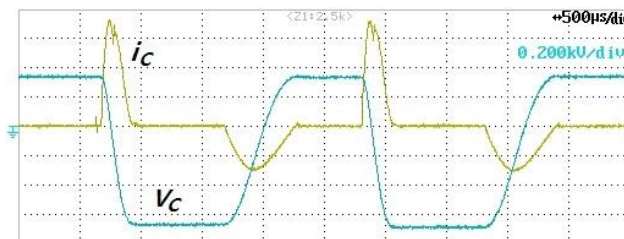


Fig. 7 Measured i_C and V_C waveforms of recharging mode

그림 5는 충전모드의 커패시터 전압과 전류파형이며 그림 6은 차단모드 동작 시 각 소자의 전류파형이다. 그림 7은 단락사고가 발생하여 SSCB가 차단, 재충전, 재투입, 재차단, 재충전 동작을 순서대로 수행한 것을 나타낸다.

3. 결론

DC 그리드의 높은 전력품질을 위해서는 DC SSCB는 필수 요소이다. 본 연구에서는 신속한 차단이 가능하며 추가회로 없이 재투입과 재차단 기능을 갖는 DC SSCB를 제안한다. 제안하는 DC SSCB는 가정용 DC 전송으로 적합한 380 [V], 5 [kW]급으로 설계하고 단락사고를 모의하여 시뮬레이션과 실험을 통해 동작특성을 검증하였다. 본 논문에서 연구한 DC SSCB는 향후 DC 그리드 시스템의 설계 및 구현에 활용될 것으로 기대된다.

This work was supported by Samsung Research Funding Center of Samsung Electronics under Project Number SRFC-IT1401 -11.

참고 문헌

[1] A. Sannino, G. Postiglione, and M.H. Bollen, "Feasibility of a DC Network for Commercial Facilities," IEEE Trans. on Industry Applications, vol. 39, no. 5, pp. 1499-1507, Sep. Oct. 2003.