

창립
40주년학술대회
논문 87-H-20-12

세타핀치장치의 crowbar실험에 관한 연구

한 봉 석^o 장 용 무* 정 은 관** 강 영 부*
*한양대 전기과 **경희대 전자학과

A Study on Crowbar Experiment of Theta Pinch Device

Han Bongseok^o Chang Yongmoo* Chung Woonkwan** Kang Hyungboo*
*Han Yang Univ. **Kyoung Hee Univ.

Abstract

A low-pressure gap decoupling crowbar switch was designed and operated to obtain prolonged current pulses by discharging 50kJ condenser banks. And air core Rogowski coil was used for measuring high current.

I. 서 론

세타핀치장치는 단일압축 및 난류가열을 이용한 자장밀폐 방식으로 순간적인 압축에 의해 고온, 고밀도의 플라즈마를 얻을 수 있어¹⁾ 펄스형 핵융합로의 중요한 연구대상이 되어 왔다. 그러나 핀치장치는 플라즈마의 구속시간이 매우 짧고, 콘덴서 병크의 방전 전류의 진동감쇠가 압축장치의 진동을 유발하여 플라즈마의 불안정성을 가져온다. 그러므로 상승시간이 짧고, 지속시간이 긴 단극성의 대전류를 발생하는 전원으로 crowbar 스위치를 설치한 콘덴서뱅크가 필요하다.²⁾

crowbar 스위치로는 진공스위치, 유전체스위치, 가압스위치등이 사용되지만 진공스위치는 20kV이상에서 신뢰성이 낮으며, 유전체스위치는 매회 유전체를 교환해야하는 반복성이 낮으므로 현재, 내전압면에서도 우수한 가압스위치가 가장 적격이다. 그러나 가압스위치 단독으로는 안정적인 crowbarring특성을 얻기 어려워 ferrite 또는 저압갭을 가압스위치에 직렬접속하여 decoupler로 사용한다.³⁾

본 연구에서는 세타핀치의 주전원인 50kJ 콘덴서뱅크용 crowbar 스위치로서 저압갭을 decouple시킨 가압 crowbar 스위치를 자체제작, 실험하였다.

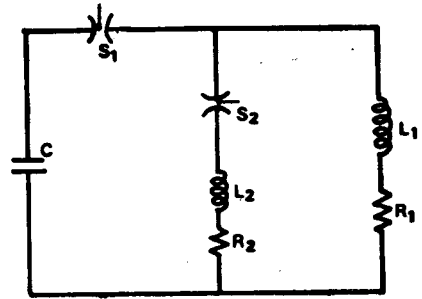


Fig.1 Crowbar switch circuit

II. 이론 및 원리

II-1. crowbar 스위치

콘덴서에 의한 전류의 진동감쇠를 막기위해 그림1.과 같이 스위치 S1에 의해 방전된 전류가 제1peak에 도달했을 때 부하에 병렬접속된 crowbar스위치 S2를 동작시킴으로서 부하에 흐르는 전류는 시정수 $((L_1 + L_2) / (R_1 + R_2))^2$ 를 갖고 임계감쇠하게된다.⁴⁾

그림2.는 자체제작한 crowbar스위치의 개략도인데, 그 동작원리를 보면;

1) start 스위치가 닫히면 부하에 인가되는 전압이 crowbar 스위치의 A-C간에 나타난다. 그러나 저압갭은 R_1, R_2 로 shunt되어있어 대부분의 전압은 가압갭에 인가된다.

2) 부하에 전류의 첫번째 peak가 도달했을때 triesser펄스를 보내면 B-C 및 B-D간에 triesser 전압이, 또 A-B간에는 triesser전압이 중첩되어 인가된다.

3) 저압갭의 방전형성지연시간이 가압갭보다 길게 조절하면 저압갭보다 가압갭에서 먼저 절연파괴가 일어난다.

4)가입값의 정연파고후 triesser전압은 대부분 C-D간에 인가되어 저입값이 도통하게되어 crowbar 스위치가 동작한다.

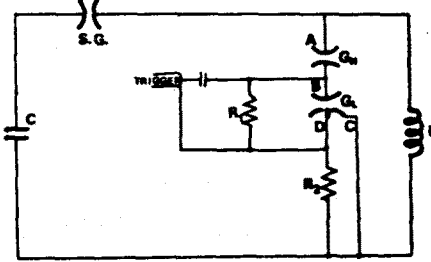


Fig.2 Operating circuit of crowbar switch



Fig.3 Integrating Rogowski coil

II-2. Rogowski coil

현재 수 kA이상의 대전류측정을 위한 보편적인 방법은 Rogowski coil을 이용하는 것이다.⁵⁾⁶⁾ 그림.3은 제작한 직경5cm 공심 Rogowski coil로서 적분기의 출력은: 1)LR적분기를 적용했을때

$$U = I R_{LR} = \phi R_{LR} / L$$

이 되고 1)RC적분기일때

$$U = \phi / RC$$

가 된다.

III. 실험 및 결과

먼저, 이번에 제작한 crowbar 스위치를 시험하기 전에 start스위치와 동일한 것을 가지고 crowbar 실험을 해보았다. 그 결과 crowbar 스위치는 정상동작으로 crowbarring이 되지않았다. 이는 단권코일과 콘덴서 병크와 같은 낮은 임피던스와 shunt되어있는 crowbar 스위치의 값을 도통시킬만큼 충분한 전압이 인가되지 않았기 때문이다. 그래서 현재는 고전압을 쉽게 스위치값에 인가시킬 수 있는 decoupler를 참가한 스위치를 시험 중에 있다.

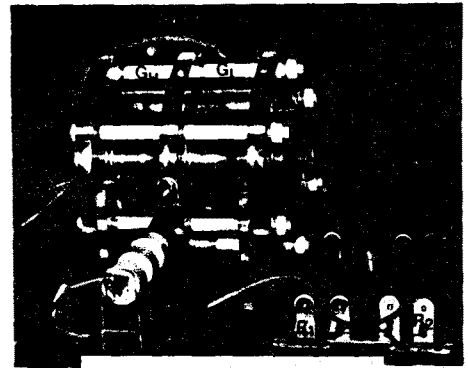


Fig.4 Crowbar switch

IV. 참고 문헌

1. N.A. Krall and P.C. Liewer, Phys. Fluids, 15, 1166 (1972)
2. K. Hirano, IPPJ-DT-29
3. S. Kitagawa and K. Hirano, Rev. Sci. Instrum., 46, 729 (1975)
4. T.J. Dolan, "Fusion Research III", (1982)
5. D.G. Pellinen et. al., Rev. Sci. Instrum., 51, 1535 (1980)
6. D.G. Pellinen and P.W. Spence, Rev. Sci. Instrum., 42, 1699 (1971)

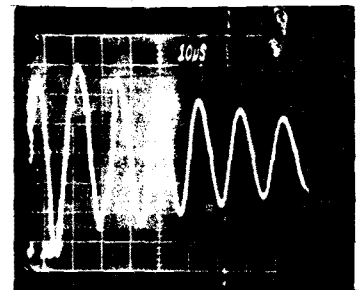


Fig.5 Output waveform of Rogowski coil