

0.52 MJ 커패시터뱅크 구축 및 펄스고자기장 생성

김윤배^{1*}, 이상화¹, G.A. Kapustin²

¹한국표준과학연구원

²RRC Kurchatov Institute, Russia

1. 서론

고자기장은 온도, 압력과 같이 고체상태의 물리적 현상을 연구하는 도구로 중요한 활용되고 있다. 지금까지 얻을 수 있는 정자기장은 45 T 가 한계이며 그 이상은 펄스자기장에서 얻어진다. 펄스자기장은 코일에 대전류를 순간적으로 흘림으로써 얻어지는 것으로 주로 커패시터뱅크를 에너지원으로 사용하고 있다. 한국표준과학연구원에서는 2002년 6월부터 2005년 11월까지 3년 6개월에 걸쳐 0.52 MJ 커패시터뱅크를 개발하였으며 이를 이용하여 40 T 펄스고자기장을 생성하였고 최근에는 70 mm 대구경 펄스자석을 개발 설치하였다. 본 발표에서는 고자기장 실험실 설비 및 개발 과정을 소개하고자 한다.

2. 0.52 MJ 커패시터뱅크 구성

그림-1은 한국표준과학연구원에 구축된 10 kV-10.5 mF-0.525 MJ 커패시터뱅크의 개략도이다. 이는 10 kV-500 μ F-25 kJ 커패시터 2개를 병렬 연결하여 한조로 한 것 5개조를 다시 병렬로 연결하여 총 250 kJ 이 되는 것을 한 개의 모듈로 하고 있다. 전체 커패시터뱅크는 이 모듈 두개를 또 다시 병렬로 연결한 것으로 전체 에너지는 525 kJ 이 된다.

그림에서 보는바와 같이 각 모듈은 3개의 싸이리스터를 직렬로 연결한 싸이리스터 스택과 3개의 다이오드를 직렬로 연결한 다이오드 스택으로 구성된 스위치(싸이리스터-다이오드 스위치)에 연결되어 있다. 이 싸이리스터-다이오드 스위치는 광신호를 이용하여 제어토록 하여 운전자는 고전압으로부터 안전하게 격리되어 있다. 아울러 각 모듈은 기계적 스위치를 이용하여 펄스코일에 독립적으로 혹은 병렬 연결하여 사용할 수 있도록 하였으며 크로우바저항에 연결하여 펄스 파형을 조정할 수도 있도록 하였다.

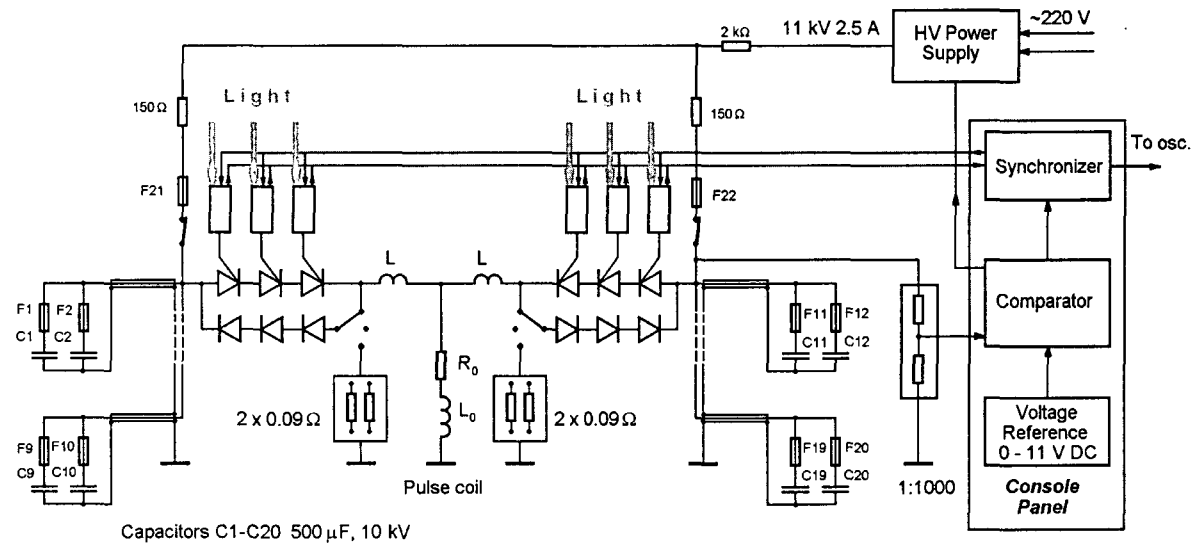


그림-1. KRISS 0.5 MJ 커패시터뱅크 개략도.

커패시터에의 충전은 220 V를 11 kV로 승압시킨 후 정류하여 하도록 되어 있으며 충전 전압은 1000:1 디바이더를 이용하여 모니터하고 미리 설정한 콘솔판넬의 레퍼런스 전압과 비교하여 제어토록 하고 있다.

3. 40 T 펄스자석 및 70 mm 대구경 펄스자석

그림-2 는 본 연구원에 구축된 0.52 MJ 커패시터뱅크와 펄스자석 및 펄스자기장 측정 결과이다. 70 mm 대구경 코일과 40 T 코일은 기계식 스위치를 이용하여 커패시터뱅크와 연결하도록 되어 있다. 그림 우측에 45 mOhm 크로우바저항에 연결했을 때의 두 코일에서 생성되는 펄스자기장 측정결과를 나타내었다. 40 T 코일의 경우 펄스폭은 24.5 ms 이며 70 mm 대구경 코일의 경우 펄스폭은 120 ms 이었다. 표-1에 본 연구원에 구축된 펄스자석의 규격을 정리하여 나타내었다.

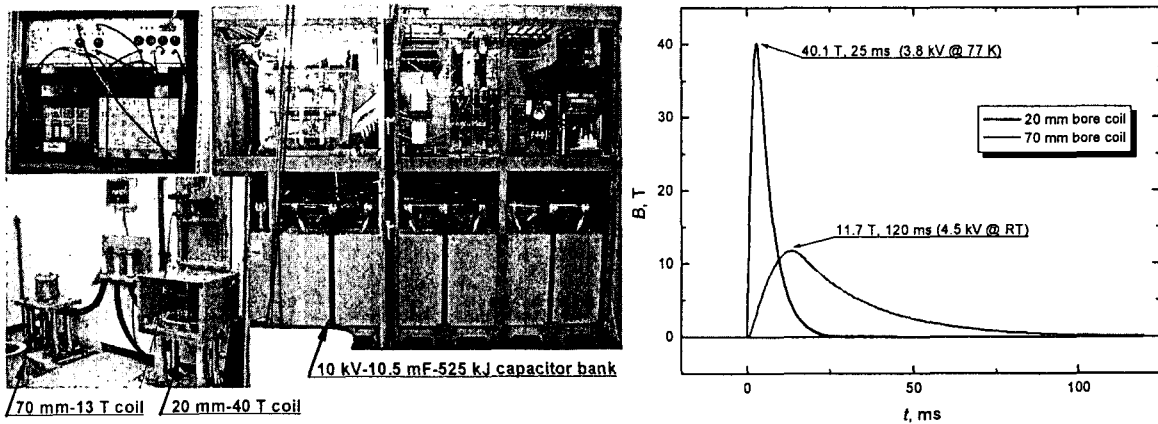


그림-2. 0.52 MJ 커패시터뱅크, 펄스자석, 측정장치 및 펄스자기장 측정 결과.

표-1 한국표준과학연구원 펄스자석 설비규격 (2006.10).

	bore (mm)	$\mu_0 H_{max}$ (T)	Pulse Width (ms) half sine / crowbar
PM-1	24.5	10	5.1 / -
PM-2	20	40	6.1 / 24.5*
PM-3	70	13	28.1 / 120*

* Crowbar 저항이 45 mOhm 인 경우.