2011년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2011. 7. 20 - 22

강유전체의 고전압 펄스 출력 특성

장동관, 한승문, 방정주, 허창수
인하대학교 전기공학과

High Voltage Pulse Output Characteristics of Ferroelectrics

Dong-Gwan Jang, Seung-Moon Han, Jeong-Ju Bang, Chang-Su Huh
Department of Electrical Engineering, Inha University

Abstract - 고출력 펄스 파워를 발생시키는 장치는 이미 수많은 연구가 진행되어 다양하게 상용화되어 있는 상태다. 이러한 고출력 펄스 발생기는 특히 군사적 목적으로 많이 이용된다. 그러나 군사적 목적으로 이들을 이용하는데 있어서, 크기나 무게로 인하여 휴대성에 큰 제약을 갖게 된다. 또한 외부로부터의 전원 공급을 필요로 한다. 펄스 발생 전원으로써 PZT 52/48을 이용한 펄스 발생기는 상대적으로 작고 가벼우며 구조가 간단하다. 본 실험에서는, 직경 10 mm, 두께 10 mm의 PZT 52/48을 사용한 FEG로 약 15 kV의 전압을 발생시켰다.

1. 서 론

1960년에서 1980년 사이에 가스총이나 폭발에 의해 가속된 탄체로부터 충격파를 받은 강유전체의 물리적, 전기적 특성들에 대한 연구가 수행되었다. 특히 가스총과 PZT 95/5를 이용하여 실험이 집중적으로 진행되었다. 그러나 PZT 95/5는 압전 특성이 만족스럽지 않아 상업적인 응용분야에 널리 이용되지는 않는다[1].

고출력 펄스 파워를 발생시키는 장치는 이미 수많은 연구가 진행되어 다양하게 상용화되어 있는 상태다. 그러나 현재 개발되어 있는 장치들은 그 크기나 무게를 고려했을 때 휴대가 어렵다. 이는 군사적 목적으로 이용하고자 할 때 큰 단점이 될 수 있다. 강유전체를 이용한 펄스 발생기는 상대적으로 크기가 작고 가벼우며 구조가 간단하다.

2. 본 론

2.1 실험방법

본 실험에서는 PZT에 충격을 주기 위해 타정총(HILTI DX450)을 사용하였다. 타정총은 화약의 힘으로 못을 박는 장치로써 폭발하는 힘으로 금속 피스톤을 밀어주는 구조로 되어있는데, 이 피스톤의 끝단으로 PZT에 충격을 가하였다.

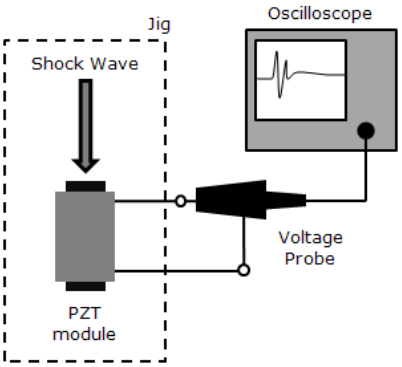
PZT는 Morgan Advanced Ceramics에서 제작된 PZT 52/48 제품을 사용하였다. 총 4 가지 종류(PZT 403, PZT 802, PZT 5A2, PZT 5H1)의 제품을 사용하였다. 또한 한 종류의 PZT에 대해서 두께를 얇은 것과 두꺼운 것으로 나눠 총 8 종류의 실험을 하였다. 표 1에 실험에 사용된 PZT의 두께를 나타내었다.

<표 1> 실험에 사용된 모델별 PZT의 두께 (단위 : mm)

	403	802	5A2	5H1
Thin	5	4.5	6	4
Thick	10	10	12	12

충격을 받은 PZT에서 출력되는 전압을 측정하기 위해 PZT의 양면에 구리 전극을 놓고 구리 전극에 고전압 프로브를 연결하였다. PZT와 타정총의 총구가 수직으로 일직선상에 위치하도록 유지하기위한 금속 지그를 사용하였는데, PZT에서 전압이 발생하였을 때 금속 지그로부터 절연을 확보하기 위해 산화알루미늄을 전극의 양쪽에 놓았다. 마지막으로 산화알루미늄과 PZT, 구리 전극을 잡아주어 고정시키기 위해 주변을 MC 나일론 파이프로 둘러쌌다. 그림 1에 PZT 모듈의 실제 모습이 나타나있다. 전극의 양단에는 고전압 프로브(Tektronix 6015A)만을 연결하여 무부하로 실험을 하였다. 실험구성에 대한 개략도를 그림 2에 나타내었다.

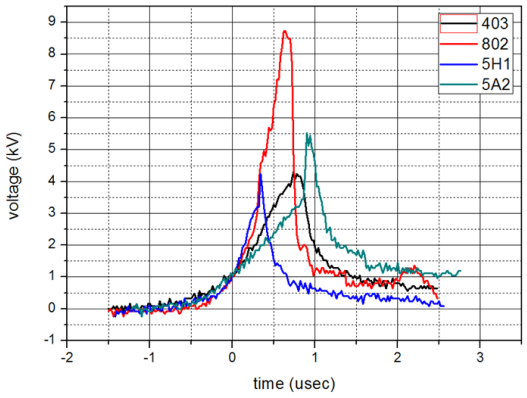
<그림 1> PZT 모듈이 완성된 모습



<그림 2> 실험 구성도

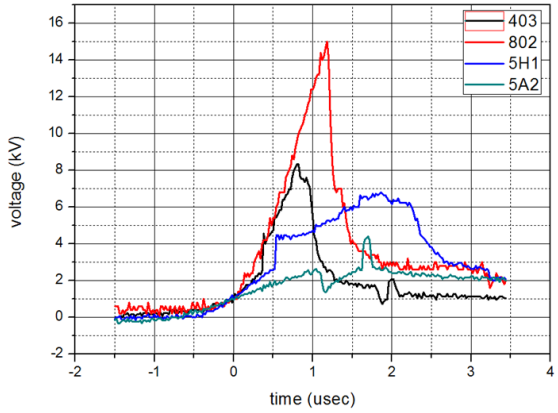
2.2 실험결과

얇은 PZT 샘플들을 사용한 시험 결과를 비교하면 802의 최고전압이 약 8.8 kV, 403과 5H1이 약 4.3 kV, 5A2가 약 5.5 kV의 출력을 기록하여 802 모델이 다른 모델들에 비해 약 2 배 높은 전압을 발생시키는 것을 볼 수 있다. 802를 제외한 다른 모델들은 출력 전압에 큰 차이가 없다.



<그림 3> 두께가 얇은 PZT의 출력 파형 비교

두꺼운 PZT 샘플들을 사용한 실험 결과를 보면 802의 피크전압이 약 15 kV, 403이 약 8.5 kV, 5H1이 약 6.9 kV, 5A2가 약 4.5 kV의 값을 보였다. 5A2의 경우에 얇은 샘플 실험에서는 802를 제외한 다른 모델들과 비슷한 어느 정도 비슷한 값을 보였으나 두꺼운 샘플 실험에서는 가장 낮은 전압값을 보였다. 이는 5A2의 파형을 봤을 때, 내부 절연파괴에 의해 단락이 되면서 전압이 떨어진 것으로 추정된다. 1 usec 근처에서의 파형을 보면 이를 짐작할 수 있다.



<그림 4> 두께가 두꺼운 PZT의 출력 파형 비교

3. 결 론

작고 구조가 간단하여 휴대성이 좋은 고출력 펄스 파워 발생기인 FEG에서 가장 중요한 부분을 차지하는 PZT의 출력 특성을 알아보기 위한 실험을 하였다. 802 모델은 얇은 샘플 실험과 두꺼운 샘플 실험에서 각각 8.8 kV와 15 kV의 피크전압을 보이며 다른 모델들에 비해 두 배 정도 높은 전압을 출력하였다. 또한 상승시간도 다른 모델들에 비해 빠르게 나타났다. 5A2의 경우 얇은 샘플 실험에서는 두 번째로 높은 전압을 나타냈으나 두꺼운 샘플 실험에서 절연파괴에 의한 전압강하로 보이는 현상을 보이며 매우 낮은 값을 기록했기 때문에 5A2의 특성을 다른 모델들과 비교하기에는 무리인 듯하다. 5H1의 경우 얇은 샘플 실험에서 802와 비슷하게 가장 빠른 상승시간을 보였으나 두꺼운 샘플 실험에서는 403의 상승시간보다 느려 일관성 있는 결론을 내리긴 힘들다. 앞으로의 실험에서는 파형이 펄스형태로 나오지 않고 찌그러진 모습을 보이는 원인을 분석하여 이를 보완하고 안정된 펄스가 나오도록 하는 것이 선행되어야 하겠다.

감사의 글

본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소 지원에 의한 연구결과입니다.

[참 고 문 헌]

[1] Sergey I. Shkuratov, Jason Baird, Vladimir G. Antipov, Evgueni F. Talantsev, Christopher S. Lynch, Lally L. Altgilbers, “PZT 52/48 Depolarization: Quasi-Static Thermal Heating Versus Longitudinal Explosive Shock”, IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, VOL. 38, NO. 8, AUGUST 2010