

회전공판형 콤팩트 펄스 발생장치

이종훈 · 권남열 · 이승훈 · 신정민 · 문재덕
 경북대학교 일반대학원 전기공학과

Compact Pulse Generator Using a Rotating Disk with Sparking Holes

Jong-Hoon Lee · Nam-Yeol Kwon · Seung-Hoon Lee · Jung-Min Shin · Jae-Duk Moon
 Department of Electrical Engineering I, Kyungpook National University

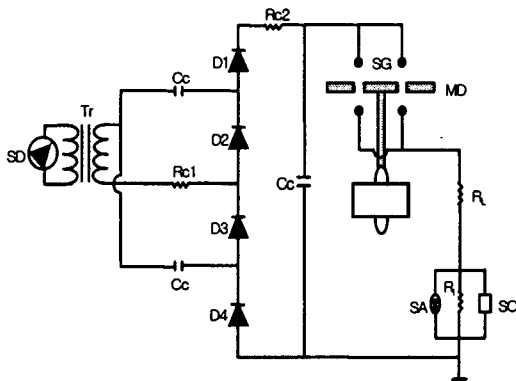
Abstract - High voltage pulse generator with fast rise time has been studied theoretically and experimentally. The complexity and stray inductance of a pulse generator components can be very difficult to reduce. As a result, a compact size and stable pulse can be obtained by using a rotary air-hole. Parametric studies showed that the rise time of the output pulse was depended little on the change of the revolutions per minute(RPM) while the pulse width of the output pulse was depended greatly upon the change of the revolutions per minute(RPM).

1. 서 론

최근 순간적인 고에너지 발생장치가 산업계에 폭넓게 적용되기 시작하고 있으며, [1-2] 점차 펄스상승시간이 짧고 안정한 펄스가 요구되고 있다. [3-6] 현재 로타리스파크 갭을 이용하는 방법이 널리 사용되고 있다. 그러나, 대기압 하에서의 스파크 갭의 물리적 특성, 열화와 분포 인덕턴스로 인하여 출력펄스의 상승시간을 줄이기는 어려운 문제점이 있다.

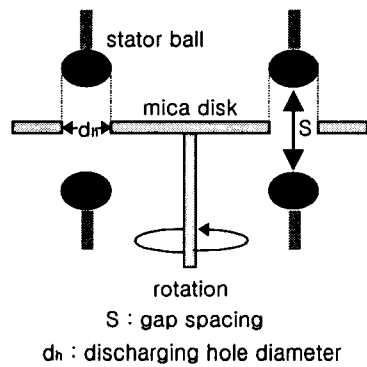
본 연구에서 회전공판형 구조는 출력펄스의 상승시간이 회전 구슬형보다 빠르고 구조가 간단하며 적게할 수 있고 또한 출력펄스 파형이 안정할 것으로 기대되기 때문에 종래의 스파크 갭 사이에 구멍을 갖는 절연판을 넣어 회전시켜 얻은 출력 펄스특성과 스파크 갭 사이에 구슬을 넣어 회전시켜 얻은 출력 펄스특성을 비교 검토하였다.

2. 실험장치 및 방법

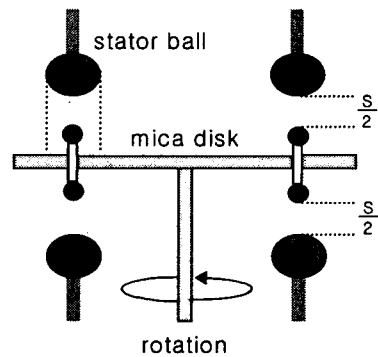


Cc :	charging capacitor	Ri :	current resistor
Rc :	charging resistor	DP :	DC power
SG :	spark gap	SA :	surge arrester
MD :	mica disk	SO :	storage oscilloscope
Tr :	ac transformer	SD :	ac slides
RL :	load resistor		

그림 1. 회전 공판형 펄스 발생장치 전체 개략도.



(a) 회전공판형



(b) 회전구슬형

그림 2. 회전 공판형 스파크 갭.

그림 1은 본 실험에 사용된 회전 공판형 펄스 발생장치의 개략도로써 직류 체배전압 충전부, 펄스발생부, 부하단으로 구성되어 있다. 펄스발생부는 4체배된 충전 커패시터와 충전저항을 두께 10(mm)의 아크릴 상자속에 균형되게 상하로 배치해서 절연하였다. 그리고 시정수 τ_1 , τ_2 를 고려한 1차 충전저항(R_{c1})은 100K, 2차 충전저항은(R_{c2}) 200K를 사용하였으며 충전 커패시터는 2500(pF)을 병렬, 직렬로 4체배 하였다. 또한 방전구는 직경이 20φ 쇠 구슬을 사용하였다.

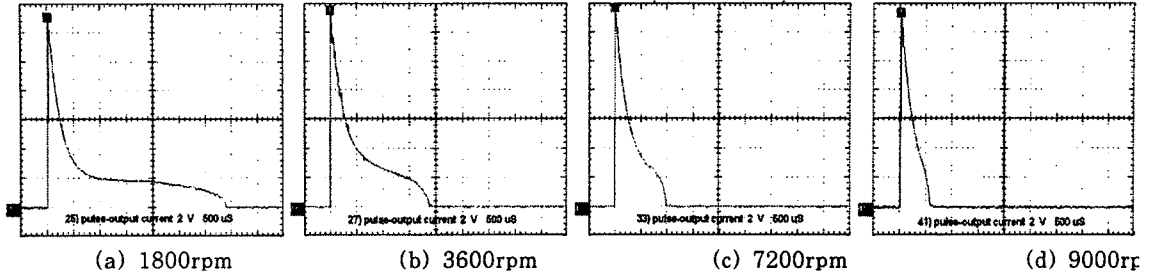


그림 3. 공판 회전수 변화에 따른 출력 펄스파형특성

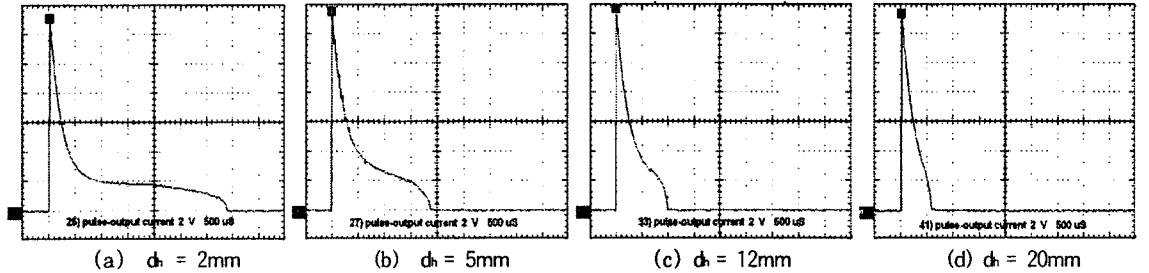


그림 4. 공판 구멍간격에 따른 출력 펄스파형특성

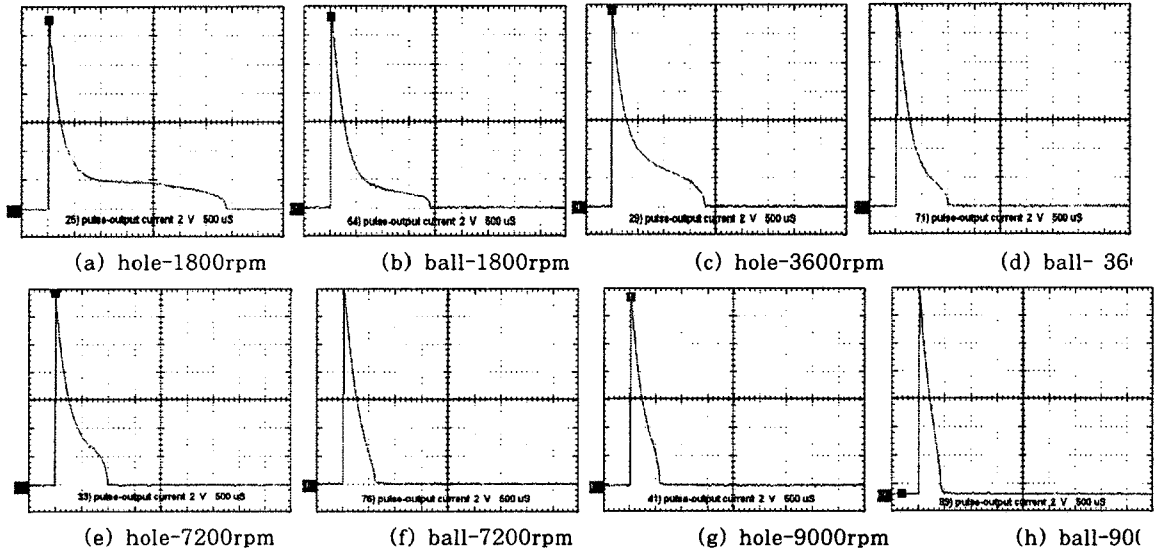


그림 5. 회전공판형과 구슬형의 출력 펄스파형특성 비교 분석(hole, ball = 12φ)

본 실험에서는 기초 펄스특성조사를 위해 20[kV]를 출력전압으로 설정하였다. 그리고 방전시 전자파 차단을 위해서 스파크 갭과 오실로스코프를 메쉬로 실드하였다. 펄스발생부의 온도, 습도, 분위기 가스종류 등은 실험에 다소 변수로 작용하지만 본 실험은 실내공기 분위기에서 수행되었다. 스파크 갭 전극은 상,하 두 개씩 직경 20φ인 쇠 구슬을 나사봉에 용접하여 설치하였다. 펄스발생부의 방전개시는 고전압 펄스 변압기와 4체배 회로를 사용하였고 직류전원을 공급한 회전공판을 1800, 3600, 7200, 9000[rpm]으로 회전시켜서 출력 펄스를 발생시켰다. 펄스전선은 고전압 동축케이블을 사용하였으며 부하(R_L)로는 충분한 전류용량과 방전 연면 길이를 가진 시멘트 저항을 사용하였다. 출력 전압과 파형은 고주파 고전압프로브(P6139A,

Tektronix)와 고주파용 축적용 오실로스코프(Tektronix Model TDS340A)를 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 3은 절연된 공판(운모)을 회전시켜 rpm에 따른 스파크 갭 사이의 방전 출력 펄스파형을 나타낸 것이다. 이는 펄스 상승시간에는 영향이 거의 없지만, 회전수가 증가할수록 펄스 폭은 점점 줄어드는 것을 보여준다. 즉, 분포 인덕턴스가 회전수의 증가와 반비례함을 나타낸다. 그림 4는 공판 구멍간격에 따른 출력 펄스파형을 나타낸 것이다. 이는 구멍간격이 좁아질수록 펄스 폭이 점점 줄어드는 것을 보여준다. 즉, 구멍간격이 좁을수록 전자가 이동할 수 있는 면적이 줄어들므로써 전하량이 작은

것을 나타낸다. 파형의 면적이 곧 전하량으로 볼 수 있다.

그림 5는 회전공판형 스파크 갭과 구슬형 스파크 갭을 회전수(rpm)에 따른 출력 펄스파형을 비교한 것이다. 그림 5에서 알 수 있듯이 공판형과 구슬형이 펄스 상승 시간은 유사하지만 펄스 폭은 공판형이 구슬형 보다 좀 더 넓은 것을 보여준다. 즉, 펄스전압 하강부의 감쇄시간이 길어지는 것을 나타내는데 동일부하를 통한 방전시간이 길어지는 것은 공판형이 구슬형보다 충전되는 전하량이 더 크기 때문이라고 사료된다. 이 특성을 이용하면 적정 펄스 폭을 임의로 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

그림 6은 시간을 늘여서 회전공판형과 회전구슬형의 여러 출력 펄스파형을 비교분석을 나타낸 것이다. 그림 6에서 보듯이, 회전공판형의 펄스 크기가 회전구슬형보다 균일하고 안정된 펄스파형을 보여준다.

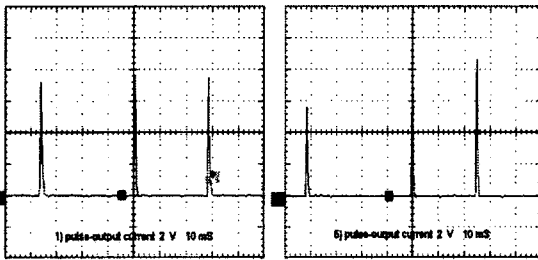


그림 6. 회전공판형과 회전구슬형 출력펄스의 다수파형 비교분석.

표 1. 파라미터 비교분석

type	dh(mm)	V _{cr} (V)	t _r (us)	t _h (us)	rpm
hole	2	12.9	8.1	5.2	3600
	5	13.7	8	5.1	
	12	13.5	8	5.1	
	20	13	7.9	5.0	
ball	12	14.4	8	5.1	

표 1은 축적형 오실로스코프 상에서 얻은 회전공판형과 회전구슬형의 각각의 펄스 사상을 나타낸 것이다. 그러나 최대 값에만 조금 차이가 있을 뿐 펄스 상승시간에는 큰 차이가 없었다. 또한, 회전수가 다른 각각의 펄스 사상도 이와 비슷하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 종래의 스파크 갭 대신에 회전공판형 펄스발생장치와 회전구슬형 펄스발생장치 비교분석에 대한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 회전공판형의 출력 펄스파형은 회전구슬형과 동일하였으나, 펄스 폭은 회전공판형이 더 컸다.
2. 회전공판형은 회전수를 변화시킴으로 임의로 적절한 펄스 폭을 갖는 출력펄스를 얻을 수 있었다.
3. 회전공판형 펄스 발생장치는 무엇보다도 구조가 간단하고 또 적재할 수 있으며 펄스의 안정성이 좋았다.
4. 펄스발생부의 시정수 값 τ_1 과 τ_2 를 좀 더 정확한 회로해석을 통하여 가변 시킬 수 있고 또한 안정된 펄스를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

[사사] 이 논문은 산업자원부에서 시행한 전력산업 인프라우축지원사업으로 수행된 논문입니다.

[참고 문헌]

- [1] S.T. Pai and Qi Zhang : Introduction to High Power pulse Technology, World Scientific, pp1~45, (1995)
- [2] Massimo Rea and Keping Yan : Evaluation of Pulse Voltage Generator, IEEE, Trans on IA, Vol. 31, No. 3, May(1995) pp507~511
- [3] M. M. Kekez : Simple sub-50ps rise-time high voltage generator, Rev. Sci. Instrum 62(12), Dec (1991) pp2923~2930
- [4] Yukihiro Kamase, Masami Shimizu, Tadishi Nagahama and Akira Mizuno : Erosion of Spark Gap of Square-Wave High-Voltage Source for Ozone Generation, IEEE Trans. on Industry Application, Vol. 29, No. 4, Jul/August (1993) pp793~797
- [5] R. E. Beverly III and R. N. Campbell : Triggering techniques for a compact Marx generator, Rev. Sci. Instrum. 65(1), Jan(1994) pp259~260
- [6] X. Xu and S. Jayaram : Generation of Steep Front Short Duration Impulses from Conventional Standard Impulse Generator - Simulation Study, IEEE(1995) pp1390~1394
- [7] 박승록, 문재덕 : 소형 나노초 입상 고전압 펄스발생장치, 대한전기학회 하계 학술대회논문집 pp1819~1821(1996)