

물을 사용한 미세홀 방전가공의 정밀도 향상

Accuracy Improvement of Micro-hole EDM Using Water

*#정도관¹, 신흥식¹, 박민수², 김보현³, 주종남¹

*#D. K. Chung(dogani04@snu.ac.kr)¹, H. S. Shin¹, M. S. Park², B. H. Kim³, C. N. Chu¹

¹서울대학교 기계항공공학부, ²서울과학기술대학교 제품설계금형공학과, ³승실대학교 기계공학과

Key words : Micro EDM, Micro-hole, Dielectric fluid, Water

1. 서론

미세 방전가공 (Micro EDM)에 주로 사용되는 절연액 (Dielectric fluid)은 케로신과 탈이온수이다. 케로신에 비해 탈이온수는 가공속도가 빠르고 전극마모가 적은 장점을 갖지만 전해부식 (Electrolytic corrosion) 문제로 인해 가공정밀도가 낮아지는 문제점이 있다. 따라서 탈이온수는 내부식성이 있는 스테인리스스틸 등의 재료의 가공에 제한적으로 이용되고 있다.^{1,2} 초경합금과 같은 재료는 전해부식에 매우 취약하여 Fig. 1 과 같이 가공형상 주변에 넓은 부식영역이 발생하여 가공정밀도가 매우 낮아진다. 미세 와이어 방전가공 (Micro wire EDM)에서는 전해부식을 억제하기 위해 교류전원 (AC power source)을 이용한다.³ 하지만 교류전원을 이용하는 경우 역극성 방전에 의해 전극마모가 증가하므로 미세 전극을 이용한 미세홀 방전가공 전원으로 적합하지 않다.

극성 간 전압의 크기 및 지속시간이 다른 바이폴라 펄스를 이용하면 미세홀 및 3 차원형상가공을 위한 미세 방전가공에서 전극마모 증가를 억제하면서 전해부식을 효과적으로 줄일 수 있다.⁴ 하지만 전해부식을 완전히 억제하기 위해서는 특수한 형상의 전극을 필요로 한다. 본 연구에서는 물을 사용하는 미세홀 방전가공 시, 전해부식을 억제하고 가공정밀도를 향상시키기 위해 고주파 바이폴라 펄스를 이용하였다.

2. 고주파 바이폴라 펄스

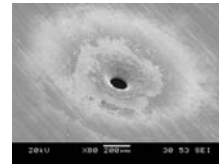


Fig. 1 Hole machined by micro EDM using RC circuit in deionized water (workpiece: WC-Co, t100 μ m, machining condition: 80 V, 1000 pF)

Fig. 2 는 본 연구에 사용된 고주파 바이폴라 펄스 회로도를 나타낸다. 이 회로는 하나의 스위치(MOSFET), 두 개의 DC 전원, RLC 소자로 구성되어있다. Fig. 3 은 switch on/off 인 경우의 회로도와 가공단에 형성되는 전압파형을 나타낸다. Switch on-time 의 경우, 전원 V2 가 연결되어 가공물에 (-)극성의 전압이 인가된다. 실제 실험에 사용된 R2-C 부분의 시상수는 on-time 에 비해 매우 작아 가공물에 걸리는 전압은 $V_c = -V_2$ 와 같다. Switch off-time 의 경우, V2 는 차단되고 직렬 RLC 회로를 형성하게 된다. ($R_t = R_1 + R_2$). 적절한 소자값을 선정하면 전압은 미급감쇠진동을 하게 된다. 높은 양의 피크전압을 갖는 첫 번째 피크파형 후에, 스위치를 닫으면 가공물에 다시 $-V_2$ 가 연결된다.

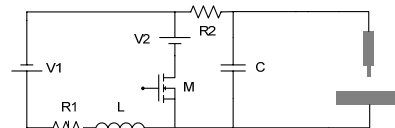


Fig. 2 Circuit diagram of the high frequency bipolar pulse generator

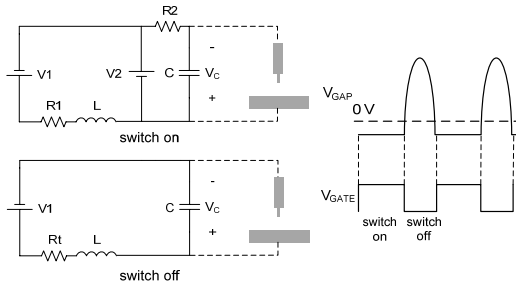


Fig. 3 Circuit diagram during switch on/off-time and the produced bipolar pulse

3. 가공실험

Fig. 4 는 전압 및 전류파형을 나타낸다. Table 1 은 실험에 사용된 회로소자값을 나타낸다. 피크값은 80 V, 전압펄스폭은 200 ns, 주기는 1 MHz 이다. 방전이 개시되면 급격히 전압이 낮아지며 20 ~ 40 V 를 유지하고, 방전전류가 형성된다. Fig. 5 는 고주파 바이폴라 펄스를 이용하여 탈이온수와 수돗물에서 미세홀을 가공한 결과이다. 가공재료는 초경합금 (WC-Co)이며, 두께는 100 μm 이다. 전극은 원형실린더이고, 크기는 ϕ 80 μm 이다. 두 경우 모두 가공형상 주위로 전해부식영역이 억제되었다. 수돗물의 경우는 높은 전도성으로 인해 미세한 전해작용으로 내부 표면에서 방전흔이 제거되었다.

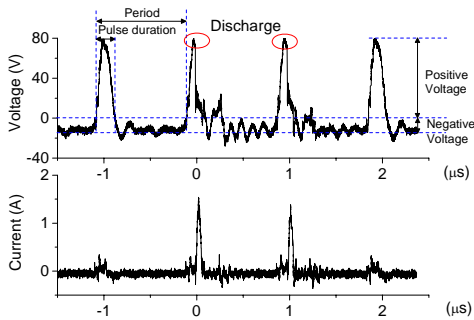


Fig. 4 Voltage and current waveforms

Table 1 Circuit parameters

Component	R1	R2	L	C
Value	17 Ω	4.7 Ω	0.5 μH	390pF

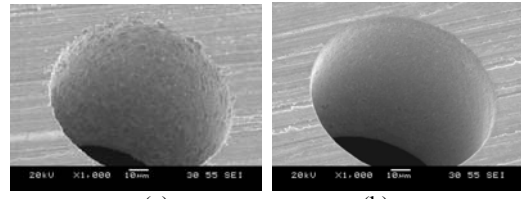


Fig. 5 Machined hole using high frequency bipolar pulse (a) in deionized water and (b) in tap water

4. 결론

본 연구에서는 고주파 바이폴라 펄스를 이용하여 탈이온수 및 수돗물을 절연액으로 사용하는 미세홀 방전가공에서 전해부식을 억제하여 형상정밀도가 우수한 미세홀을 가공하였다.

후기

본 연구는 서울시 산학연 협력사업 (NT080540) 의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Chung, D. K., Kim, B. H. and Chu, C. N., "Micro electrical discharge milling using deionized water as a dielectric fluid," *Journal of Micromechanics and Microengineering*, **17**, 867-874, 2007.
2. Chung, D. K., Shin, H. S., Kim, B. H., Park, M. S. and Chu, C. N., "Surface finishing of micro-EDM holes using deionized water," *Journal of Micromechanics and Microengineering*, **19**, 045025, 2009.
3. 정도관, 신흥식, 박민수, 김보현, 주종남, "미세 와이어 방전가공 용 무전해 전원회로 개발," 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 27-28, 2010.
4. Song, K. Y., Chung, D. K., Park, M. S. and Chu, C. N., "Micro electrical discharge drilling of tungsten carbide using deionized water," *Journal of Micromechanics and Microengineering*, **19**, 045006, 2009.