

# WEDM을 이용한 미세패턴형상 가공공정특성에 관한 연구 A Study on Machining Characteristics for Micro Pattern Using WEDM

\*박창근<sup>1</sup>, #곽재섭<sup>2</sup>, 김상오<sup>2</sup>

\*C. G. Park<sup>1</sup>, #J. S. Kwak(jskwak5@pknu.co.kr)<sup>2</sup>, S. O. Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>부경대학교 대학원, <sup>2</sup>부경대학교 기계공학과

Key words : Micro Pattern, Wire Electrical Discharge Machining(WEDM)

## 1. 서론

첨단산업기술이 발전함에 따라 초정밀 가공기술을 필요로 하는 최첨단 미세부품의 제작기술 개발에 대한 요구가 증가되고 있다. 특히 디스플레이 산업등에서 핵심광학부품의 광 기능향상을 위한 수십 $\mu$ m크기의 그루브 미세패턴을 비롯하여 여러가지 패턴을 가공하는 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 그 중 마이크로 EDM공정은 마이크로 구조물의 대량생산을 위한 금형과 다이 등의 제작에 많은 활용과 연구가 되고 있다. 마이크로 EDM공정은 소재의 경도에 큰 영향을 받지 않고 기계적인 외력이 없는 비접촉가공이므로 가공물의 변형이 없어 마이크로 패턴의 가공에 좋은 가공방법이 될 수 있다.<sup>(1)</sup> 하지만 EDM공정은 그 가공변수에 따라 과도한 방전스파크가 발생하여 형상의 치수 오차를 유발하게 되는 단점이 있다.

본 연구는 와이어를 공구로 하는 마이크로 WEDM공정에서 미세패턴형상을 가공할 때의 가공특성을 결정하는 인자들이 미세패턴형상의 정밀도에 미치는 영향을 분석하였다.

## 2. WEDM의 개요

WEDM(Wire electrical discharge machining)은 미세한 와이어를 공구로 이용하여 공작물을 가공하는 방법이다. Fig. 1은 본 연구에 사용된 개략적인 장치의 구성과 가공원리를 나타내었다. 와이어를 음극(-)으로 하고 공작물을 양극(+)으로 하여 이를 접근시키면 방전스파크가 발생하게 되고 방전스파크는 공작물을 용융시켜 제거하게 된다. 이와 같은 메커니즘으로 공작물 또는 와이어를 Z축방향으로 이송하여 미세패턴을 제작할 수 있다. Fig. 2는 본 연구를 통해 제작되는 패턴을 개략적으로 나타내었다.

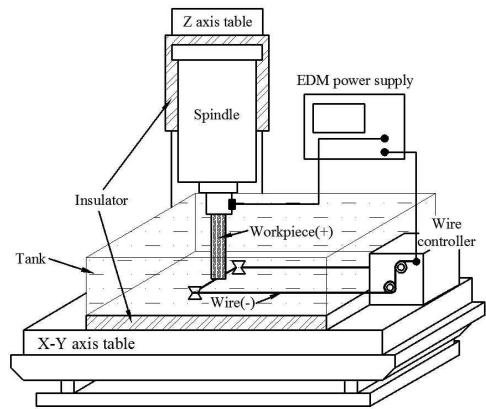


Fig. 1 Schematic diagram of WEDM

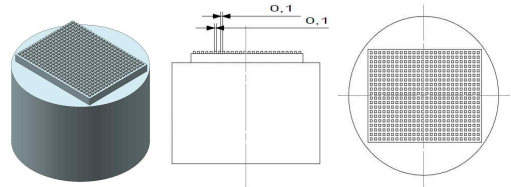


Fig. 2 Schematic diagram of micro-pattern to machine

## 3. 실험 방법

본 연구에서는 WEDM을 이용하여 미세패턴을 가공할 때 가공특성을 결정하는 전압, 축전용량, 와이어 이송 속도가 미세패턴의 형상 정밀도에 미치는 영향을 분석하기 위해 Table 1과 같은 실험 조건으로 실험하였다. 이때 사용되는 와이어의 직경은 100 $\mu$ m이며 공작물의 소재는 스테인레스 강 304계열(STS304)이다.

실험결과는 와이어가 지나간 슬롯부의 너비를 SEM이미지를 통하여 형상오차를 측정하고 표면의 상태를 관찰함으로써 결과를 분석하였다.

Table 1 Experimental condition for WEDM

Item	Condition
Workpiece	STS304(stainless steel 304)
Wire material	Brass, 100 $\mu$ m
WEDM power	R-C passive discharge control
Voltage	200, 100, 50V
Capacitance	10000, 1000, 100, 33pF
Wire feed rate	20, 38, 64mm/min

Table 2 Experimental results

No.	Voltage (V)	Capacitance (pF)	Wire feed rate (mm/min)	Result (width of slot) ( $\mu$ m)	
Ex. 1	1	200	1000	28	156.72
	2	100	1000	28	143.43
	3	50	1000	28	115.87
Ex. 2	1	50	1000	20	116.71
	2	50	1000	28	115.87
	3	50	1000	64	119.16

#### 4. 결과 및 분석

Table 2는 각 실험에 적용된 각 공정변수와 실험 결과를 나타낸다. 전압이 낮을수록 형상오차가 적어짐을 볼 수 있는데 이는 전압이 낮을수록 방전에너지가 줄어들어 절삭면적이 줄어들게 되고 그로 인해 형상오차 역시 감소하는 것으로 사료된다.

와이어 이송속도는 28mm/min에서 가장 낮은 형상오차를 보였는데 이송속도가 느리면 공작물을 용융하는 시간이 늘어나게 되고 과도한 용융층이 생겨 오차가 발생하며 이송속도가 빠르면 공작물을 충분히 제거하지 못해 와이어가 같은 위치에 머무르게 되면서 용융층이 늘어나게 되어 오차가 발생하는 것으로 사료된다. Fig 3은 WEDM을 이용한 미세패턴의 슬롯가공의 형상이며 위와 같은 결과를 확인할 수 있다.

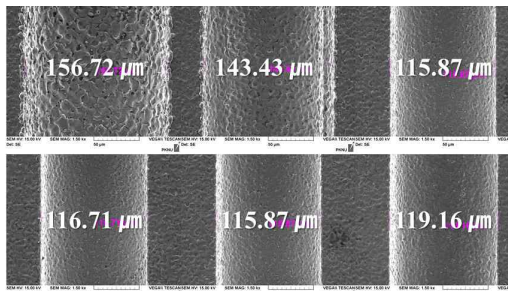


Fig. 3 SEM images of machined pattern's slot according to voltage and wire feed rate

Fig 4는 각 축전용량별로 가공했을 시 그 가공물의 표면형상을 나타낸 SEM이미지이다. 축전용량이 클수록 방전에너지가 커지고 표면의 크래터(crater)의 크기가 크고 거침을 알 수 있다.

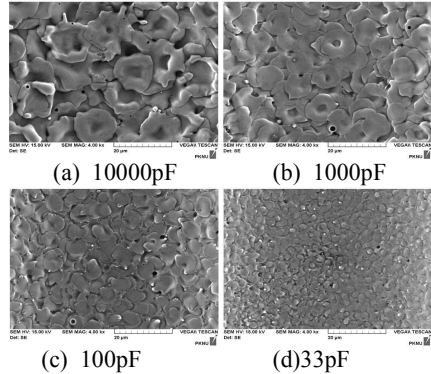


Fig. 4 SEM images of machined pattern's slot according to capacitance

#### 4. 결론

본 연구에서는 WEDM을 이용한 미세패턴 가공의 가공특성을 결정하는 전압, 와이어 이송속도, 축전용량이 미세패턴의 형상오차에 미치는 영향을 분석하였다.

1. 방전에너지를 결정하는 전압은 낮은 전압에서 미세패턴의 형상오차가 가장 낮게 나왔다.
2. 와이어 이송속도는 28mm/min에서 가장 낮은 형상오차를 나타냈고, 축전용량은 표면형상에 가장 큰 영향을 미친다.

#### 후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(20120001716).

#### 참고문헌

1. Kawakami, T. and Kunieda, M., "Study on Factor Determing Limits of Minimum Machinable Size in Micro EDM," Annals of the CIRP, **54**, 167-170, 2005.
2. 제태진, 최두선, 전은채, 박언식, 최환진, "미세패턴 평판 금형가공 기술동향," 한국기계공학학회지, **11**, 1-6, 2012.