

와이어 방전가공 및 전해연마를 이용한 렌티큘러 패턴 몰드의 가공

Fabrication of lenticular pattern mold using WEDM and electrolytic polishing

*박종욱¹, #정도관², 김보현³, 송기영¹, 주종남¹

*J. W. Park¹, #D. K. Chung(dkchung@dongyang.ac.kr)², B. H. Kim³, K. Y. Song¹, C. N. Chu¹

¹서울대학교 기계항공공학부, ²동양미래대학교 로봇자동화공학부, ³승실대학교

Key words : wire electro discharge machining, WEDM, electrolytic polishing, micro machining

1. 서론

방전가공은 초경합금이나 스테인레스 스틸 등의 난삭재를 가공하기 위해 널리 알려진 방법이다. 방전가공은 큰 사이즈의 가공뿐만 아니라 마이크로 단위의 가공까지 수행할 수 있기에 각종 광학재료, MEMS등 여러 분야와 결합하여 사용되고 있다.

본 논문에서는 방전가공 중 한 방법인 와이어 방전가공(WEDM)에 전해연마 방법을 추가공정으로 하여 스테인레스 스틸에 렌티큘러 패턴을 가공하고 그 표면조도의 개선을 다루는 법을 확인한다.

와이어 방전가공 과정은 와이어가 걸쳐져 있는 가이드를 전극으로 하고, 탈이온수가 공급되고 공작물이 설치되어있는 수조에서 일어난다.

일반적인 형조 방전가공과 마찬가지로 와이어의 원통 형상이 공작물인 스테인레스 스틸에 가공되고 거친 표면의 렌티큘러 그루브를 만들게 된다.[1] 이후에 스테이지를 y축 이송시켜 여러 그루브를 가공하여 렌티큘러 패턴 형상을 만든다.

전해연마의 경우 와이어 방전가공으로 황삭 가공한 공작물 위를 느린 이송속도로 이동하면서 선택적인 용해를 일으켜야 한다. 추가적인 실험장치 없이 기존 방전 시스템에서 조건을 바꿔가면서 바로 표면처리를 할 수 있는데 이점이 있다. 과도한 전해연마 조건은 렌티큘러 형상 표면에 피팅(pitting)현상을 일으키고 잔여 스파크로 오히려 표면손상을 가져올 수 있으며, 낮은 에너지의 조건은 적은 전해연마로 좋은 표면을 가공하지 못한다.[2] 아래의 표는 와이어 방전가공과 전해연마의 가공 조건이다.

2. 실험 장치 및 실험 방법

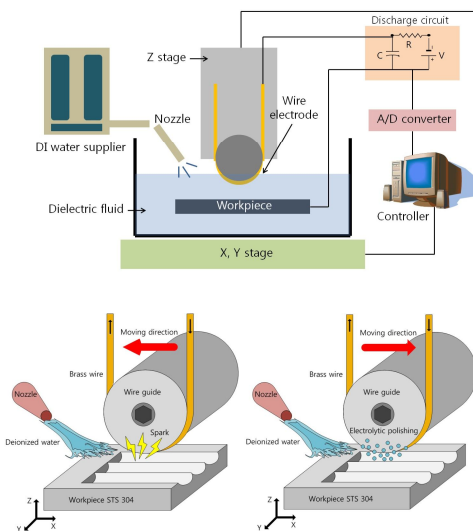


Fig. 1 system concept and manufacturing process (left-WEDM, right-Electrolytic polishing)

Table. 1 Machining condition for lenticular pattern

Parameters	WEDM	Electrolytic polishing
Tool	Brass wire ø250µm	
Workpiece	Stainless steel 304	
Die-fluid/ electrolyte	Deionized water	
Feedrate	30 µm/s	10 µm/s
Voltage	100 V	60 V
Capacitance	4.7 nF	100 pF

3. 결과 및 분석

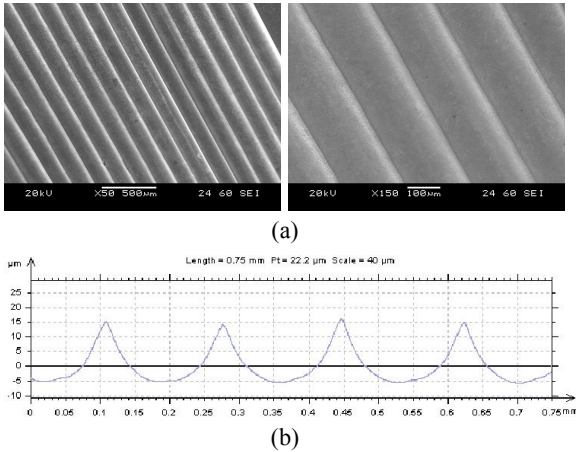


Fig. 2 (a) SEM images of finished lenticular pattern mold, (b) X-Y profile of the lenticular pattern mold

Fig.2는 Table, 1의 가공조건대로 연속적인 렌티큘러 패턴 몰드를 완성한 모습이다. 싱글 렌티큘러의 피치는 약 180 μm 이고, 깊이는 약 24 μm 이다. 방전가공과 전해연마가공이 비접촉식 가공법이므로 미세하게 렌티큘러 형상이 다를 수 있으나, 전기적인 신호를 A/D 컨버터를 사용하여 절대좌표의 원점을 잡고 실험하였으므로 렌티큘러 형상의 수치오차는 수 μm 내외이다. 본 실험에서 완성된 렌티큘러 패턴 몰드의 표면조도를 측정해 본 결과는 Fig.3 과 같다. 와이어 방전가공만으로 얻어진 렌티큘러 패턴의 표면조도는 약 764 nm였다. 추가 공정으로 전해연마 공법을 적용했을 시 표면조도는 27 nm까지 개선할 수 있었다.

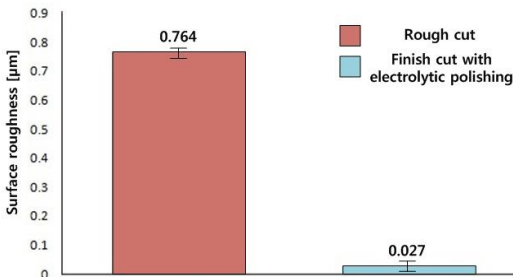


Fig. 3 The chart about surface roughness difference for manufacturing process

4. 결론

와이어 방전가공은 난삭재를 비접촉식으로 가공할 수 있는 특수가공법이다. 그러나 방전가공의 특성상 높은 수준의 표면조도를 얻기가 어렵다. 이 한계를 극복하기 위하여 표면 전해 연마법을 이용하여 가공면의 표면조도를 개선하였다. 본 연구에선 와이어 방전가공 공법에 전해연마 공법을 추가하여 렌티큘러 패턴 몰드를 제작하고 그 표면조도의 우수성을 보고자 하였다. 3D 디스플레이의 패널 렌즈 제작에 사용되는 몰드는 시각적인 효과를 위해 우수한 표면 조도가 보장되어야 한다. 이를 증명하기 위해 본 연구에서는 스테인레스 스틸에 와이어 방전가공으로 황삭을 거친 후 정삭 과정과 전해연마 과정을 동시에 수행하여 렌티큘러 패턴 몰드를 제작하였다. 그 결과 거친 표면의 Fe, Ni, Cr과 같은 금속이온을 용해시켜 최대 0.027 μm 의 Ra를 얻었다. 이는 기존의 다른 가공법과 비교하여 광학 몰드로써 매끄러운 표면조도 수치이다.

본 연구에서 사용한 공법은 다른 추가 가공장비를 필요로 하지 않고 기존의 와이어 방전 시스템에서 전압과 축전용량의 인가만을 통하여 표면 조도를 높일 수 있는 방법으로 앞으로도 다양한 방전가공 분야와 광학분야에 사용이 될 수 있다.

후기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신 산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음.

(NIPA-2012-H0401-12-1004)

참고문헌

1. R.E Williams and K.P Rajurkar, "Study of wire electrical discharge machined surface characteristics", Journal of materials processing technology, 28 (1991) 127-138
2. L. Yuqiong, Y. Z. Nong, X. Wei, L. Jian, "The electrolytic polishing study of the stainless steel foil (SUS304)", International symposium on photoelectronic detection and imaging, Vol.6622, 662222