

# 피삭지에 따른 미세 사각 채널 패턴 가공특성 비교 분석

## Comparison of Machining Characteristics in Micro Channel Pattern according to Properties of Materials

\*최환진<sup>1</sup>, \*제태진<sup>1</sup>, 박인석<sup>1</sup>, 윤재성<sup>1</sup>, 김재구<sup>1</sup>, 장성환<sup>1</sup>, 황경현<sup>1</sup>

\*H. J. Choi<sup>1</sup>, \*T. J. Je(jtj@kimm.re.kr)<sup>1</sup>, E.S.Park<sup>1</sup>, J.S.Yoon<sup>1</sup>, J.G.Kim<sup>1</sup>, S.H.Chang<sup>1</sup>, K.H.Whang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국기계연구원 나노공정장비연구실

Key words : Micro-channel, Planing process, Diamond tool, Properties of materials, Cutting force

### 1. 서론

미세채널패턴은 LCD보안 필름을 비롯하여 광통신용 도파로 및 마이크로 렌즈, 연료전지 분리판, 열전달 파이프 등 다양한 분야에 응용되고 있다. 이러한 미세사각채널 패턴은 직가공되거나 UV수지를 이용한 LCD 도광판 등 투명 폴리머를 이용한 금형이 사용되고 있다. 이에 따라서 비철금속 소재와 투명 폴리머 소재에 대한 가공특성의 비교가 필요하다.

본 연구에서는 미세 가공시스템으로 금형으로 사용되는 비철 금속 3종과 투명폴드로 사용되는 폴리머 3종의 피절삭재를 변화시켜 절삭속도와 절삭깊이의 변화에 따른 가공면과 절삭력 분석을 통해 각각의 피절삭재에 따른 가공특성을 비교하고자 한다.

### 2. 미세 사각채널 가공 실험 장치 및 실험 방법

Fig. 1은 본 실험에 사용된 초정밀플래너 가공시스템 및 실험장치의 구성도를 나타낸 것이다. 시스템의 스트로크는 X, Y, Z축 각각 900, 900, 100mm이고 0.5 $\mu$ m의 반복 정밀도를 갖는다. 미세 절삭력을 측정할 수 있는 공구동력계(Kisler, MiniDyn 9256A2)를 장착하였다.

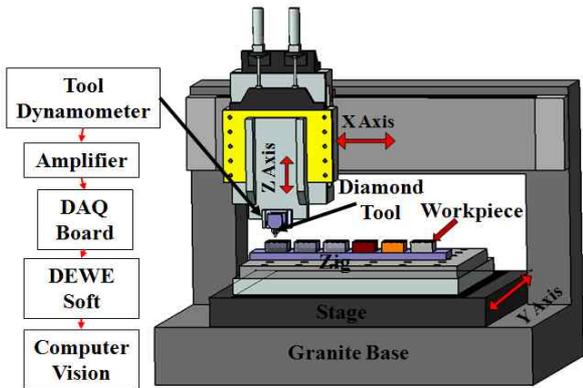


Fig. 1 Schematism of experimental setup

본 실험에는 비철금속인 6:4 황동(Brass), 니켈도금(Ni), 동도금 시편(Cu) 3종과, 투명 폴리머 소재인 비철금속과 Polycarbonate(PC), Polymethyl Methacrylate(PMMA), Polyvinyl chloride(PVC)의 3종류를 사용하였다. 실험에 사용된 시편의 크기는 30×30×15 mm이고 각 소재의 기계적인 성질은 Table. 1과 같다. 가공에 사용된 공구는 공구형상각 0°, 공구폭 60 $\mu$ m인 단결정 다이아몬드공구를 사용하였고 제작된 공구의 모습을 Fig. 2에 나타내었다.

Table. 1 Properties of workpiece

Materials	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Hardness (HV)
6:4 brass	25	55	135.3
Cu	22~25	49~60	50~65
Ni	42~56	35~45	600~650
PMMA	4.5	47	20.1
PC	6~7	90~140	13.3
PVC	6.5	20	90.8(HRA)

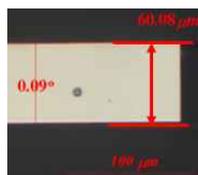


Fig. 2 Cutting tool

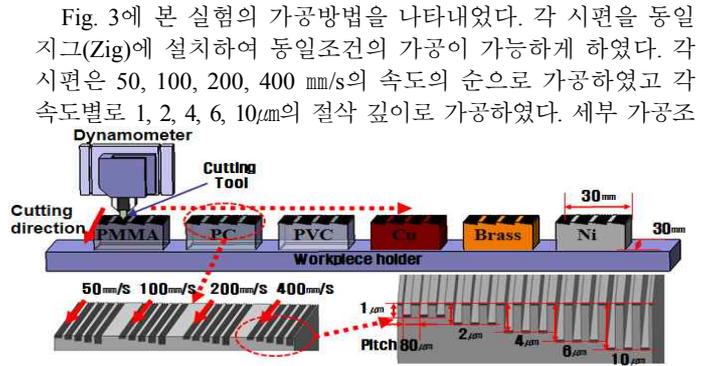


Fig. 3에 본 실험의 가공방법을 나타내었다. 각 시편을 동일 지그(Zig)에 설치하여 동일조건에서의 가공이 가능하게 하였다. 각 시편은 50, 100, 200, 400 mm/s의 속도의 순으로 가공하였고 각 속도별로 1, 2, 4, 6, 10 $\mu$ m의 절삭 깊이로 가공하였다. 세부 가공조

Fig. 3 Cutting method for micro-channel pattern

Table 2 Cutting conditions

Tool	Diamond tool width 60 $\mu$ m, length 200 $\mu$ m, tool shape angle 0°
Cutting speed	50, 100, 200, 400 mm/s
Cutting oil	Oil mist No.7
Cutting depth	1, 2, 4, 6, 10 $\mu$ m
Materials of workpiece	Ni, Brass, Cu, PMMA, PC, PVC

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 가공속도의 변화에 따른 결과

Fig. 4와 Fig. 5는 절삭깊이가 4 $\mu$ m일 때 각각 가공속도의 변화에 따른 가공결과를 나타낸 것이다. 비철금속인 동도금과 니켈도금, 황동 시편의 경우 절삭속도의 변화에 따라 절삭면의 차이가 거의 나타나지 않는 반면, 폴리머 소재인 PC의 경우 절삭속도가 빨라지면서 가공면과 채널의 옆면이 심하게 뜯겨나간 흔적이 보였다. PVC에서도 가공표면에 미세한 금힘 자국이 남아있었지만 PMMA에서는 가공속도에 큰 차이를 볼 수 없었다.

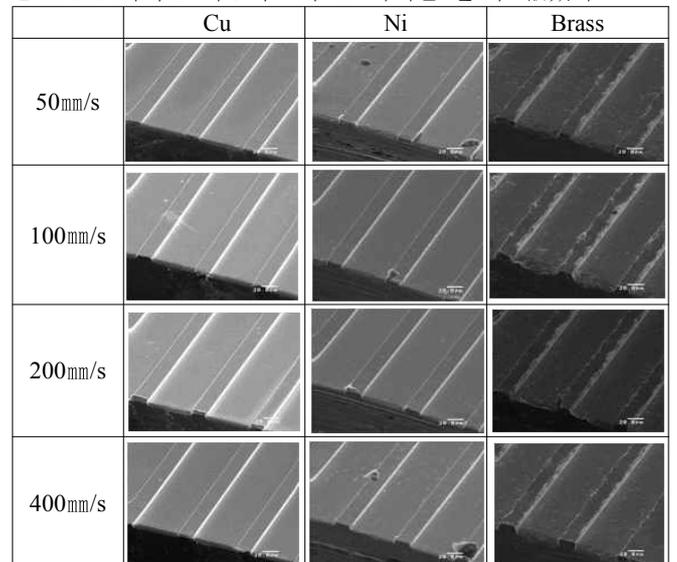


Fig. 4 Machining Result of nonferrous metal by cutting speed

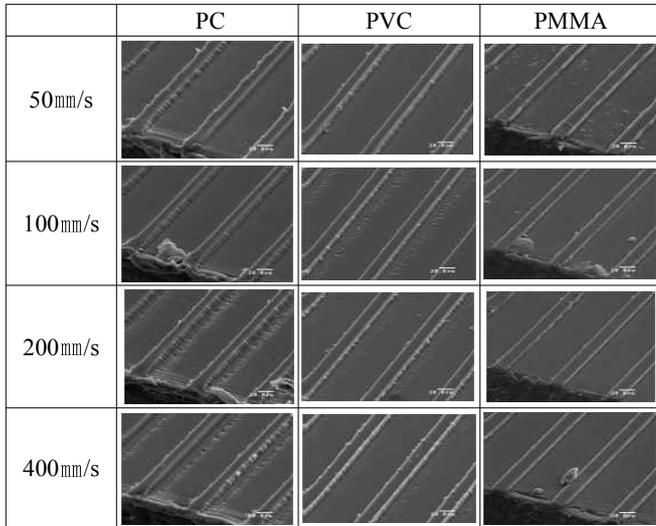


Fig. 5 Machining result of polymer by cutting speed

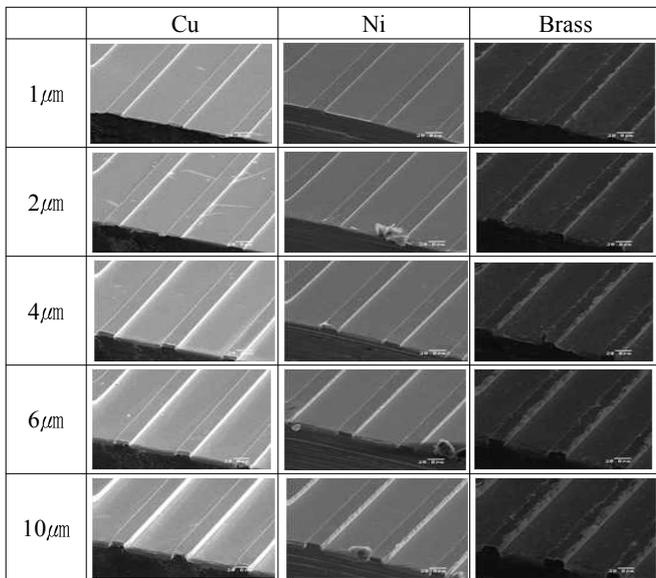


Fig. 6 Machining result of nonferrous metal by cutting depth

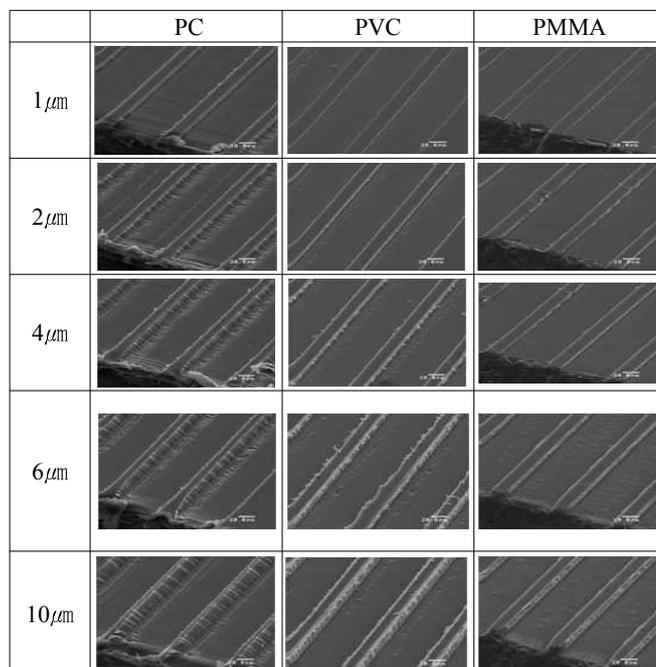


Fig. 7 Machining result of polymer by cutting depth

### 3.2 가공깊이의 변화에 따른 결과

Fig. 6과 Fig. 7은 가공속도가 200mm/s일 때 가공깊이를 변화시켜 가공한 가공결과 사진이다. 실험에 사용된 모든 소재에서 가공깊이가 깊어질수록 표면형상이 좋지 못하였고 버 및 채널의 옆면 뜯김이 발생하였다. 비철금속 중 니켈도금과 동도금 시편보다 6:4 황동시편의 버가 심하게 발생하였다. 폴리머소재인 PVC와 PC의 경우에도 채널의 옆면의 뜯김이 발생하였으나 PMMA의 경우에는 절삭 깊이 10μm에서도 다른 폴리머 소재와 비교했을 때 양호한 채널이 형성되었다.

### 3.3 절삭력 분석 결과

Fig. 8은 가공깊이와 가공속도, 각 소재별 절삭력을 나타낸 그래프이다. 가공깊이가 깊을수록 절삭력도 증가함을 알 수 있고 비철금속 가공시의 절삭력이 폴리머 가공시의 절삭력보다 큰 것을 알 수 있다. 또 가공속도가 느릴수록 미세하게 절삭력이 높게 나타났다. 비철금속 중 니켈합금의 절삭력이 10μm가공시 약1.7N으로 가장 크게 나타 났고 6:4황동, 동도금 시편 순으로 나타났다. 폴리머 가공시 절삭력은 0.3N이하로 전체적으로 매우 작고 비슷하게 나타났다.

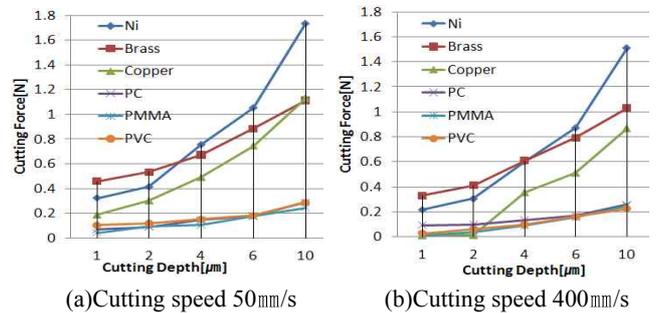


Fig. 8 Comparison of Cutting force by cutting conditions

### 4. 결론

본 실험에서는 소재에 따른 미세 사각채널패턴 가공 특성 파악을 위하여 가공속도와 절삭깊이에 따른 각 소재별 절삭특성을 비교분석하였다.

- 1) 가공 속도에 따른 비교결과, 비철금속은 가공속도에 대한 큰 영향이 없었고, 폴리머종류의 피삭재는 가공속도가 빨라지면서 가공면이 거칠어짐을 볼 때 가공속도에 의한 영향이 있음을 알 수 있었다. 특히 PC의 가공면과 채널의 옆면의 뜯김이 심하게 나타났다. 이는 PC의 높은 연성에 의한 영향으로 사료된다.
- 2) 절입깊이가 깊어짐에 따라서 실험에 사용된 시편이 전부 버 및 채널의 옆면 뜯김이 심해졌다. 비철금속의 경우 6:4황동시편의 표면과 채널의 상태가 좋지 않았고, 폴리머 시편의 경우 PC의 가공면의 상태가 가장 거칠게 나타났다.
- 3) 절삭력은 비철금속의 가공 시 크게 나타났고 폴리머 종류의 가공에는 미세하게 나타났다. 이는 비철금속의 경도와 인장력에 의한 영향으로 사료된다. 가공속도에 의한 영향은 가공속도가 느릴수록 절삭력이 미세하게 증가함을 볼 수 있었다.

### 후 기

본 연구는 지식경제부의 전략기술개발사업 생산기반분야 연구 결과의 일부임을 밝히며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 홍성민, 제태진, “다이아몬드공구에 의한 프리즘형 도광판 금형 가공기술 연구” 한국정밀공학회 2005년도 춘계학술대회, pp. 1597-1600
2. 이강원, 김병두, 최두선, 이응숙, 제태진, “미세 사각패턴 가공시 절입 깊이에 따른 영향 분석” 한국정밀공학회 춘계학술대회, pp. 839-840