

대면적 미세패턴가공에서 공구마모가 패턴형상에 미치는 영향 Effect of Tool Wear for Machining Micro Pattern on Large Surface

*박언석¹, 최환진¹, #제태진², 전은채², 최두선², 이응숙²

*E. S. Park¹, H. J. Choi¹, #T. J. Je(JTJ@KIMM.re.kr)², E. c. Jeon², D. S. Choi², E. S. Lee²
¹과학기술연합대학원대학교, ²한국기계연구원 나노공정장비연구실

Key words : Micro Machining, Diamond Tool Wear, V90° Prism Pattern, Large Surface

1. 서론

최근 디스플레이기기의 대면적화와 함께 주요 광학부품인 도광판의 무결점 대면적화 및 휘도향상을 위한 기술개발의 필요성이 대두되고 있다. 일반적으로 대면적도광판 금형가공에서 다이아몬드 절삭공구와 공작물의 상대적 운동에 의해 공구마모는 필연적으로 수반되며, 가공거리 및 시간에 따라 가공 전/후의 공구형상에 차이가 발생한다. 이러한 원인으로 가공 전 설계한 패턴과 다른 형상이 가공되며, 치수오차 등 여러 가지 문제점이 발생한다.

이에 본 논문에서는 V90° 다이아몬드 절삭공구를 이용하여 Al 5052에 프리즘패턴 가공시 가공거리에 따른 공구마모가 패턴형상에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 실험장치 및 방법

본 실험을 위해 Fig 1과 같이 실험장치를 구축하였다. Linear motor로 구동되는 X, Y, Z의 3축과 DD motor로 구동되는 Rotary table을 포함하여 기본 4축으로 구성되어있다. 3축의 스트로크는 900×900×100mm이며, 0.5μm의 반복정밀도를 가지고 있다. Z축에 공구동력계를 장착하여 X, Y, Z방향의 절삭력을 실시간으로 측정할 수 있게 하였다.

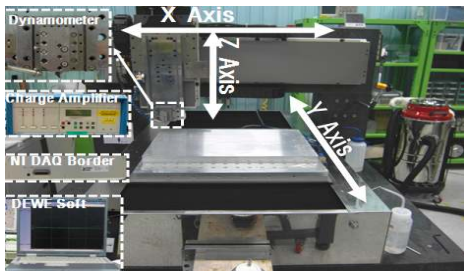


Fig. 1 System set-up for experiment

공구마모가 패턴형상에 미치는 영향을 분석하기 위해 Al 5052시편을 이용하여 Fig. 2와같이 Pitch 50μm, Depth 25μm의 V90° 프리즘패턴 가공에서 각 가공거리(0.07, 1.4, 33km)에 따른 공구마모 및 패턴형상을 분석하였다. 가공조건은 Table. 1과 같으며, 황삭가공깊이 10+8+7μm에서 V90° 프리즘패턴이 완성되지만 버를 최소화 하고 표면조도를 향상시키기 위해 정삭가공깊이 5+3+2+1μm을 적용하였다.

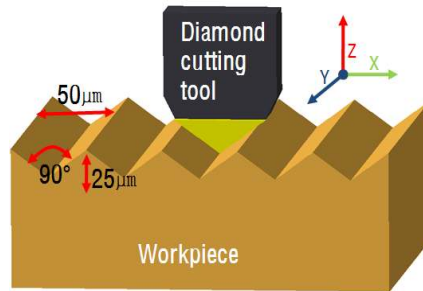


Fig. 2 Experimental method

Table. 1 Experimental conditions

Cutting tool	V90° Diamond cutting tool
Workpiece	Al 5052 30×30, 100×100, 600×400mm ²
Machining distance	0.07, 1.4, 33km
Cutting speed	200mm/s
Prism pattern pitch	50μm
Cutting depth	10+8+7+5+3+2+1μm/pass
Cutting oil	Mist oil No.9

3. 실험결과 및 고찰

가공거리에 따른 공구마모를 Fig. 3과 같이 비교하였다. 약 0.07km가공 후 Fig. 3(a)와 같이 공구마모

흔적은 관측할 수 없었다. 그러나 1.4, 33km 가공 후 Fig. 3(b), (c)와 같이 공구의 모서리와 측면부에 마모가 발생했으며, 1.4km가공에서는 약 $1\mu\text{m}$ 공구마모가 발생했고 33km가공에서는 약 $6\mu\text{m}$ 공구마모가 발생했다. 가공거리의 차이가 크데도 불구하고 공구마모의 차이가 미세하게 발생한 이유는 가공거리가 짧은 구간에서 예리한 공구인선이 쉽게 떨어져 나가서 급격한 공구마모가 발생하고 이 구간을 지나면 마모는 일정한 비율로 진행되었기 때문인 것으로 간주 된다.

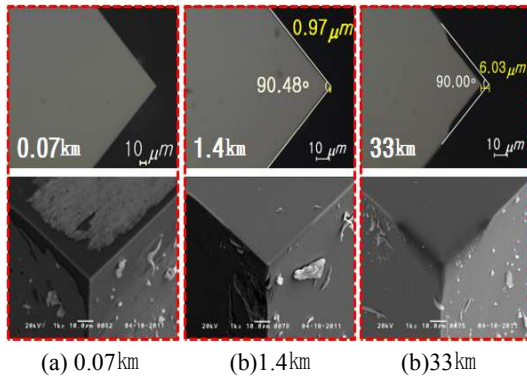


Fig. 3 Comparison of tool wear according to machining distance

공구마모가 패턴형상에 미치는 영향을 분석하기 위해 각 가공거리 마다 가공된 패턴을 UV resin 복재하여 주사전자현미경을 통해 Fig. 5와 같이 비교하였다. 공구마모가 상대적으로 거의 발생하지 않은 0.07km에서는 Fig. 4(a)와 같이 패턴의 산과 골이 잘 형성되었다. 1.4km가공 후 미세한 공구마모로 인해 Fig. 4(b)와 같이 패턴의 산부분에 미세한 버가 발생되었으며, 33km가공에서는 Fig. 4(c)와 같이 $V90^\circ$ 프리즘패턴의 산과 골부분이 변형되었으며, 버 발생이 심한 것을 확인하였다. 이와 같은 결과는 공구의 측면마모로 인해 Fig. 5와 같이 패턴의 산부분과 공구의 측면부가 접촉하면서 가공되어 패턴의 산이 변형되었고 버가 발생하였으며, 공구의 모서리부분의 마모로 인해 패턴의 골부분이 R형상이 되었으며, 가공깊이 오차가 발생되었다.

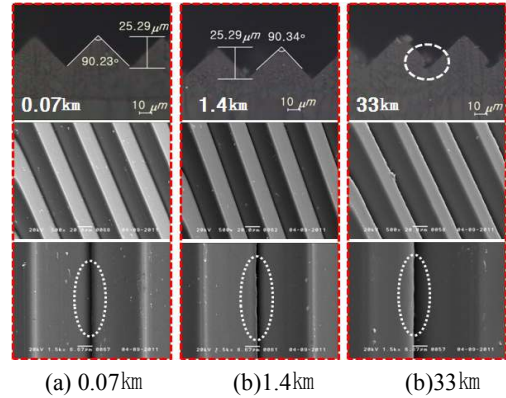


Fig. 4 Comparison of machined pattern shape according to tool wear

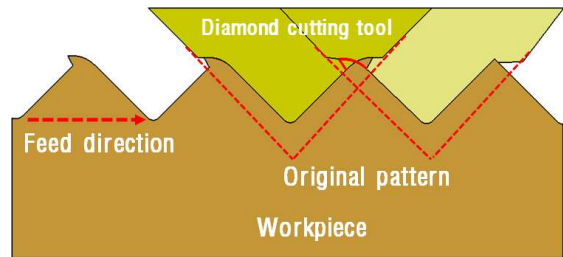


Fig. 5 Prism pattern shape by tool wear

4. 결론

대면적 미세패턴 가공에서 공구마모가 패턴형상에 미치는 영향을 분석하기 위해 Al 5052를 이용하여 $V90^\circ$ 프리즘패턴 가공시 가공거리에 따른 공구마모를 확인하였으며, 공구마모로 인해 $V90^\circ$ 프리즘패턴의 산부분에 버 및 패턴의 변형이 발생한 것을 확인했다.

후기

본 연구는 지식경제 기술혁신사업의 ATC 과제의 연구결과 일부부분임을 밝히며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Te-Jin Je, Doo-Sun Choi, Kang-Won Lee, Kyung-Tak Park, Kyung-Hyun Whang, "Machining technology of micro waved v-pattern using shaping process," ASPE, 2008.
2. X. ding, k. Liu, K. c. Shaw, T. B. Thoe, "Ultra-precision cutting of micro-channels on Ni-copper: Effects on diamond cutter tool wear and workpiece surface finish," SIMTech technical reports, 10, 4, 2009.