

초소경 엔드밀공구를 이용한 미세형상부품 가공연구 Machining Technology of Micro Shape Parts Using Micro End-mill

*#제태진¹, 전은채¹, 장성환¹, 최두선¹, 최환진², 박언석²

*#T. J. Je(jtj@kimm.re.kr)¹, E. c. Jeon¹, S. H. Jang¹, D. S. Choi¹, H. J. Choi², E. S. Park²

¹한국기계연구원 나노공정장비연구실, ²과학기술연합대학원 대학교

Key words : Micro end-mill, Micro shape parts, Micro mold, Machining conditions, Applications

1. 서론

첨단산업에서 미세 패턴을 이용한 기능성 부품의 활용도는 계속적으로 증가하고 있으며, 그 가공을 위한 미세 패터닝 기술개발도 활발하다. 직경 100 μ m 이하의 미세 엔드밀 공구를 이용한 마이크로 패턴 부품 가공기술은 다양한 소재의 자유로운 형상가공에 유리하여 그 응용 분야가 넓지만 공구 미세화에 따른 문제로 인하여 그 사용에 많은 제약을 받고 있다. 본 논문에서는 마이크로 엔드밀의 장착정밀도 향상을 위한 장치와 급속 방향전환 가공시의 문제, 가공표면의 형상 개선에 대한 사항들을 기반으로 마이크로 형상 부품의 응용가공예를 소개한다.

2. 마이크로 엔드밀 장착 장치

마이크로 엔드밀을 이용한 미세 형상가공에서 공구의 장착 정밀도는 공구 런아웃 및 파손, 형상정밀도에 영향을 미치는 중요한 요소이다. Fig. 1은 엔드밀의 장착 정밀도 향상을 위해서 고안된 마이크로 공구 탈착 장치이다[1]. 엔드밀 직경의 가이드부를 통해서 엔드밀이 스핀들의 회전축과 결합할 때 발생하는 세팅오차를 방지하고 런아웃 정밀도를 향상시키는 효과가 있다.

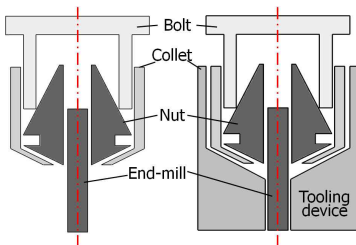


Fig. 1 Tooling device for micro end-milling

3. 유체분석기 미세 채널 가공

Fig. 2는 100 μ m 초경 flat 엔드밀을 이용하여 50,000rpm, 20mm/min, 황삭 5 μ m/pass \times 38pass, 정삭 2 μ m/pass \times 5 pass 의 조건으로 가공한 유체 분석기의 형상이다[2]. 가공된 채널의 폭은 150 μ m이며 총 가공 깊이는 200 μ m이다.

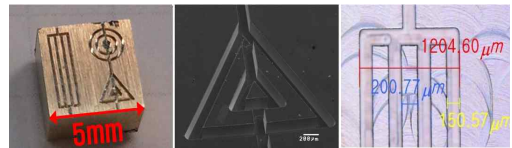


Fig. 2 Micro channel mold for fluids

Fig. 3과 Fig. 4는 Stavax와 64 Brass 소재에 유체 혼합용 금형을 가공한 것으로서, 외각부는 직경 50 μ m flat 엔드밀로 50,000rpm, 20mm/min, 절입 5 μ m/pass의 조건으로 가공하였다. Fig.3의 채널부는 50 μ m 엔드밀로 가공하였고, Fig.4의 채널부는 직경 30 μ m 엔드밀로 동일 조건으로 가공하였다. 채널부 형상은 폭 100 μ m, 깊이 50 μ m이다. Stavax 소재 가공에서는 평면뿐만 아니라 채널 표면가공에서도 많은 버가 발생하였고, 공구 마모에 대한 문제도 자주 나타났다.

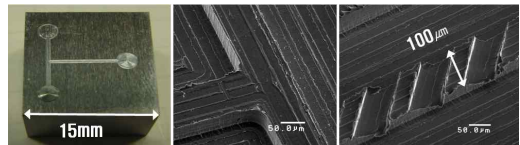


Fig. 3 Stavax mold with micro channel

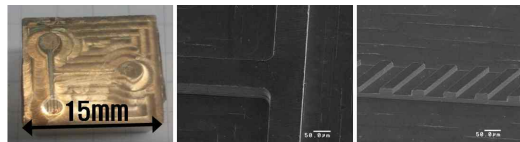


Fig. 4 64 Brass mold with micro channel

Fig. 5는 Fig. 2~Fig. 4의 마이크로 채널가공에서 협각부에 대한 문제를 나타낸 것으로서, 공구의 이송방향과 이송속도, 코너부의 형상에 따라 가공부의 변형 및 버의 발생 상태를 보여 주고 있다. 후 가공 없이 실제 유체분석기용 금형으로 사용하기 위해서는 이러한 샤프 에지 채널 및 깨끗한 가공표면을 형성하기 위한 연구와 여러 가지 가공인자들을 정밀하게 제어하는 방법이 요구된다[3].

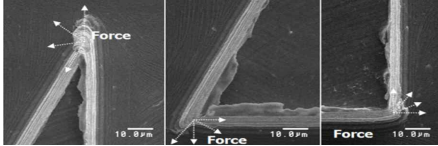


Fig. 5 Machining problems of narrow angle trench

4. 광도파로용 미세 채널 가공

Fig. 6은 마이크로 엔드밀을 이용하여 분기형 광도파로 채널을 가공한 예를 보여주고 있다. 직경 300 μ m 엔드밀을 이용하여 50,000rpm, 10mm/min, 황삭 20 μ m/pass \times 49pass, 5 μ m/pass \times 4pass의 조건으로 64 brass 소재에 1 \times 1 mm의 대구경 광도파로 금형을 가공한 형상이다. 광학적 특성을 살릴 수 있는 정밀한 광도파로 금형 제작을 위해서는 가공표면 보안을 위한 후처리 공정이 필요하였다[4].

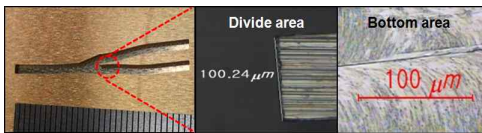


Fig. 6 Optical wave guide mold on 64 brass

5. 공기베어링용 미세 채널 가공

Fig.7은 직경 100 μ m 초경 엔드밀로 50,000rpm, 절삭깊이 10 μ m/pass를 적용하여 SKD11 소재 편칭 금형에 소형 공기 베어링용 스파이럴 패턴을 가공한 모습이다. 미세 버의 억제와 공구 마모를 고려한 가공조건 선정이 중요하다[5].

6. 초소형 미세형상 부품 응용 가공

초소형 마이크로 형상부품의 증가에 따라 이의 가공을 위한 공구 사이즈도 더욱 미세화 되고 있다. Fig. 6은 직경 30 μ m 엔드밀을 이용해서 50,000rpm, 10mm/min의 조건으로 가공한 미세 형상부품 예를 나타낸 것이다[1]. 외경 500 μ m 크기의 스파이럴 형상, 400 μ m 크기의 기어 형상 등을 통해 다양한 가공에 접목이 가능한 것을 보여주고 있고, 가공된

형상 측정에서 1 μ m 수준의 정밀도로도 가공이 가능한 것을 확인할 수 있었다.

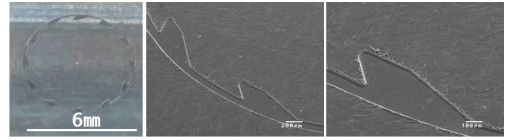


Fig. 7 Micro spiral pattern for punching mold



Fig. 8 Fabrications of micro shape molds

5. 결론

본 연구에서는 마이크로 엔드밀의 활용성을 높일 수 있는 고정밀 공구 장착장치와 다양한 마이크로 형상부품의 응용가공에 대하여 소개하였다.

후기

본 연구는 지식 경제부의 전략기술개발사업 생 기반 연구과제 결과임을 밝히며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. T. J. Je, H. J. Choi, E. S. Park, E. c. Jeon, D. S. Choi, J. G. Kim, S. H. Jang, J. R. Lee, "Fabrication of Simple Micro Tooling Device and its Application", 2011 KSMPE, pp.151
2. H. J. Choi, T. J. Je, E. S. Park, E. c. Jeon, "Machining of Micro channel of Biochip Using Micro end-milling on STAVAX", KSMPE, 2010 pp. 91~92
3. D. S. Choi, T. J. Je, E. c. Jeon, H. J. Choi, "Machining Micro Channels using Micro End Mill for Microfluidics Chip", ASPEN, 2011 pp. 90
4. Y.S. Kim, M. Y. Jeong, S. H. Oh, T. H. Lee, P. J. Kim, "Microfabrication of an optical platform with different-size waveguides for automobile network", KSPE, 2011, pp. 577~578
5. T. J. Je, H. J. Choi, E. S. Park, E. c. Jeon, D. S. Choi, S. H. Jang, J. S. Yoon, K. H. Hwang, "A Study on Machining Technology of Micro Pattern for Miniature Air Bearing", KSMTE, 2011, pp. 20