

다결정 입방정질화붕소를 이용한 미세 공구 제작과 그 응용

Micro Tool Fabrication of Polycrystalline Cubic Boron Nitride(PCBN) and its Application

*김선길, 문인용, 이평안, #김보현¹

*S. K. Kim, I. Y. Moon, P. A. Lee, #B. H. Kim(bhkim@ssu.ac.kr)¹

¹승실대학교 기계공학과

Key words : PCBN, PCD, Micro machining

1. 서론

초정밀 광학, 디스플레이 산업 발달로 인해 초정밀 미세 패턴 및 형상 가공 수요가 증가하고 있으며, 이를 위한 금형 가공 기술의 중요성이 높아지고 있다. 이에 따라 절삭, 방전, 레이저 가공 등 많은 기술들이 연구되고 있으며, 초정밀 형상 및 고경도 재료의 가공 기술 연구에 집중되고 있다.

미세 금형 가공을 위한 미세 공구 재료로 초경합금이 많이 사용되며, 최근 단결정, 다결정 다이아몬드 재료를 이용한 미세 공구가 많이 소개되고 있다. 하지만 높은 가격과 공구 제작에 어려움이 있고 특히 탄소 확산으로 인해 가공할 수 있는 재료가 비철금속(non-ferrous metal)에 제한되어 금형강과 같은 철계금속(ferrous metal)에는 적용할 수 없는 문제가 있다.

이로 인해 다이아몬드 재료를 대신하여 높은 경도를 지니면서 금형강 가공에도 적용 가능한 다결정 입방정질화 붕소(Polycrystalline Cubic Boron Nitride, PCBN) 공구가 사용되고 있다. 하지만, 마이크로 가공에서 PCBN 공구를 적용한 연구는 많이 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 방전 가공으로 PCBN 미세 공구를 제작하여 금형강에 미세 형상 가공을 수행하였으며, 그 가공특성에 대해 연구하였다.

2. 실험 방법

미세 공구는 PCBN (IBON series, Iljin diamond, Co.)을 방전가공을 이용하여 제작하였으며 Fig. 1 과 같이 하나의 기계 위에, 방전 가공 장치와 절삭 가공 장치를 구성하여, 제작한

공구의 탈부착 과정 없이 한 기계에서 실험을 수행하였다. 가공 재료인 금형강(NAK80) 아래에 공구동력계(Type 9256C-2, Kistler, Co.)를 장착하여 미세 홈 가공(ploughing) 시 절삭력을 측정하였다.

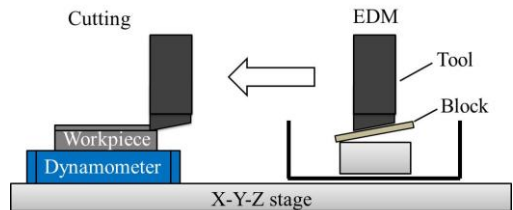


Fig. 1 Schematic diagram of experimental system

3. 미세 공구

공구는 미세 방전 가공을 이용하여, 제작되었으며 황동 블록 전극을 왕복시켜 공구 전극을 가공하는 MBEDG(Moving Block Electro Discharge Grinding)를 사용하였다.^{1,2} 미세 방전 시 사용한 가공 조건을 Table 1 에 나타내었다. Fig. 2 는 미세 방전 가공으로 폭 100 μm , 경사각(rake angle) 0°, 여유각(clearance angle) 5°인 공구를 제작한 예이다.

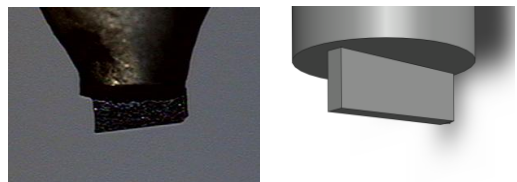


Fig. 2 Photo of a tool fabricated by EDM (PCBN, width:100 μm)

Table 1 Micro EDM condition

Workpiece	PCBN (2500~2700 HV)	
Tool electrode	Brass	
Voltage	100 V	
Capacitor	finishing	0 pF (stray)
	roughing	5,000 pF

4. 미세 가공

실험에 사용된 시편은 경도 37~43(HRC), 크기 15×15 mm 인 NAK80 을 사용하였다. 절삭 조건은 절삭속도 4 mm/s, 절입량은 1 μ m 으로 설정하였으며, 폭 100 μ m, 깊이 50 μ m 의 미세 홈을 가공하였다. Fig. 3 은 길이 약 15 m 가공 후의 PCBN 공구와 가공칩을 나타내며, Fig. 3(a) 와 같이 경사면보다는 플랭크면에서 마모가 더 발생한 것으로 보인다.

Fig. 4 는 가공 길이 증가에 따른 절삭력 변화를 나타낸 그래프이다. 각기 다른 가공길이 (0.6 m, 14.85 m)를 가공할 때 절삭 방향(Fy) 와 수직방향(Fz)를 측정하였다. 가공 길이가 증가함에 따라 공구의 마모로 인해 절삭력이 증가하는 것을 볼 수 있었다.



Fig. 3 SEM of (a) PCBN tool after machining and (b) cutting chip

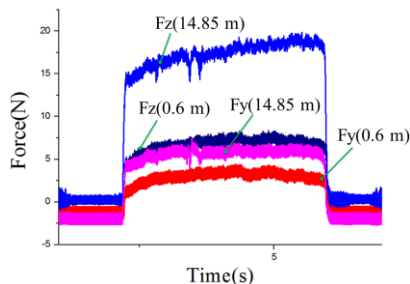


Fig. 4 Cutting force at different cutting lengths

Fig. 5 는 PCBN 을 이용하여 금형강에 미세 홈 가공을 한 결과를 보여준다.

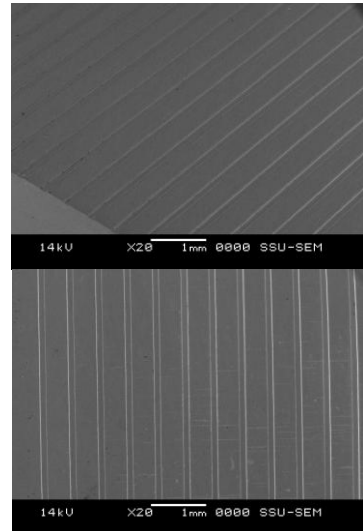


Fig. 5 Micro grooves machined by PCBN micro tool (NAK80, width 100 μ m, depth 50 μ m)

5. 결론

미세 방전 가공으로 PCBN 미세 공구를 제작하였으며, 이를 이용하여 금형강(NAK80)에 미세 홈을 가공하였다. 폭 100 μ m 의 미세 공구를 방전 가공으로 쉽게 가공할 수 있음을 보였으며, 추후 폭 50 μ m 이하의 공구 제작 및 마모 등의 절삭 특성에 대해 더 많은 연구가 필요하다.

후기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업의 연구 결과로 수행되었음 (NIPA-2012-H0401-12-1004).

참고문헌

1. Moon, I. Y., Kim, B. H., "Micro EDM of Tool Electrodes Using Ratio," Proceeding of KSPE Spring Conference, 625-626, 2011.
2. Masuzawa, T., "State of the Art of Micromachining," Annals of the CIRP, 49, 473-488, 2000.