

DLC 코팅한 다이아몬드 마이크로 블레이드의 절삭 성능과 피삭재의 칩핑에 관한 연구

Investigation of Chipping and Cutting Efficiency of DLC Coated Diamond Micro-blades.

김송희^a, 장재철^{a*}

^a강원대학교 나노응용공학과(E-mail:songhee@kangwon.ac.kr)

초 록: 다이아몬드 마이크로 블레이드의 절삭 효율을 향상시키고 절삭 과정에서의 블레이드 측면 경질 박막이 절삭 성능에 미치는 영향을 연구하기 위해 Cu/Sn 금속 결합체에 MoS₂와 WS₂ 고체 윤활제를 각각 동일 분율 첨가한 후 PAPVD법으로 DLC 박막을 블레이드의 측면에 증착하였다. 실착 절삭 시험을 위해 마이크로 블레이드 시편을 제조하여 충분한 드레싱 과정 후 절삭 시험을 행하였으며 절삭 중 순간 소모 전력과 블레이드의 마모량을 비교 평가하였다. DLC 코팅은 절삭 중 측면에 안정적으로 존재하며 측면 지립의 돌출을 억제하고 마찰을 감소시켜 절삭 효율이 향상되었으며 결과적으로 수명이 증가하였다.

1. 서론

현대 사회에서 인간 생활에 전자 기기가 활용되는 부분이 점차 증가함에 따라, 다양한 용도와 크기의 전자 기기가 개발되고 있으며 그 생산량 또한 큰 폭으로 증가하고 있다. 이들 전자 기기는 경질의 PCB 기판이나 실리콘 웨이퍼를 이용한 회로와 칩으로 구성된다. 패터닝된 하나의 실리콘 웨이퍼나 PCB 기판으로부터 여러 개의 칩을 절단해서 분리하는 가공 공정인 ‘dicing’ 공정에서의 미세한 표면 및 표면 직하의 chipping과 절삭 중 낮은 직진성 유발은 제품의 성능을 저해하는 치명적인 요인이 되므로 이러한 웨이퍼나 PCB 기판의 가공 기술은 매우 중요하다. 현재 이러한 웨이퍼의 가공 방법으로 다이아몬드 grit을 포함한 얇은 마이크로 블레이드를 회전시켜 절단하는 방법^{1,2)}, 레이저로 절단하는 방법³⁾, 등이 반도체 웨이퍼 다이싱 기술로 일반화되어 있으며 이 외에도 Photo-lithography 방법⁴⁾, Plasma etching 방법⁵⁾ 등이 있다. 이 중 마이크로 블레이드를 이용한 절삭 방법이 가장 쉽고 일반적인데 이 공정의 가공 품질은 웨이퍼 자체의 품질, 플레이트의 절삭 특성, 절삭 냉각수, 절삭 속도와 같은 가공 공정 관련 변수와 관련이 깊은 것으로 알려져 있다.⁶⁾ 또한 경질 재료 절삭의 일반적인 공정에서는 chipping이 필수적으로 발생하며 이것을 줄이기 위해 다양한 접근에 의한 연구가 진행되었으나^{7,8)} 셀프드레싱 타입 마이크로 블레이드의 표면 코팅과 절삭면 품질 향상에 대해서는 아직 충분한 연구가 이루어진 바 없다. 따라서 본 연구에서는 저마찰·고경도 특성을 가지는 DLC 코팅이 다이아몬드 마이크로 블레이드의 절삭 성능에 미치는 영향을 분석함으로써 피삭재의 치수 안정성을 향상시키는 마이크로 블레이드를 개발함을 목표로 한다.

2. 본론

실험 및 재료: 본 연구를 수행하기 위해 표 1과 같은 조성의 다이아몬드 마이크로 블레이드를 외경 56mm, 내경 40mm, 두께 0.26mm의 크기로 제조한 뒤 PAPVD법으로 DLC 박막을 증착하였다. 마이크로 블레이드의 절삭 성능 시험을 위해 실제 절삭 공정을 모사한 ‘dicing’ 시험(Okamoto Co.의 ADM-6S Micro-blade dicing 시험기)을 행하였다. ‘dicing’ 시험은 1.9mm 두께의 borosilicate glass(JIS 규격,BK7) 유리를 피삭재로 사용하였고 블레이드의 회전속도는 10,000rpm, 블레이드의 이동속도는 160mm/min.으로 일정한 조건에서 절삭시험을 행하였으며, 절삭 중 순간 소모 전력을 측정하였다. 4가지 종류의 마이크로블레이드로 24,795mm³의 유리를 절삭한 후에 블레이드의 외경마모 및 무게감량은 프로젝션 이동식현미경과 정밀천칭을 이용하여 각각 측정하였다. 블레이드가 피삭재에 미치는 영향을 알아보기 위해 유리 절삭면에 존재하는 chipping과 특성 폭은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 측정하였다.

실험 결과: 절삭 시험 중 절삭 부피에 따른 순간 소모 전력을 그림 1에, 블레이드의 부피 감소량을 그림 2에 나타내었다. 고체윤활제 WS₂를 첨가한 경우 MoS₂를 첨가한 경우에 비해 절삭 시 순간 소모 전력은 낮았으나 블레이드 마모 부피는 컸으며 DLC 코팅한 블레이드의 순간 소모 전력과 블레이드 마모 부피는 전체적으로 감소하였으나 초기 순간 소모 전력과 마모 부피는 차이를 보이지 않았다.

Table 1. Chemical composition of bond metals for micro-blades. [unit: vol.%(wt.%)]

	Binder		Solid lubricants		DLC coating (~3μm)	diamond grit concentration
	Cu	Sn	MoS ₂	WS ₂		
MV-2	69.7(74.2)	22.2(20.9)	8.1(4.9)	N/A	X	
MVD-2	69.7(74.2)	22.2(20.9)	8.1(4.9)	N/A	O	50 conc. (12.5 vol.%)
MW-2	69.7(72.2)	22.2(20.4)	N/A	8.1(7.4)	X	
MWD-2	69.7(72.2)	22.2(20.4)	N/A	8.1(7.4)	O	

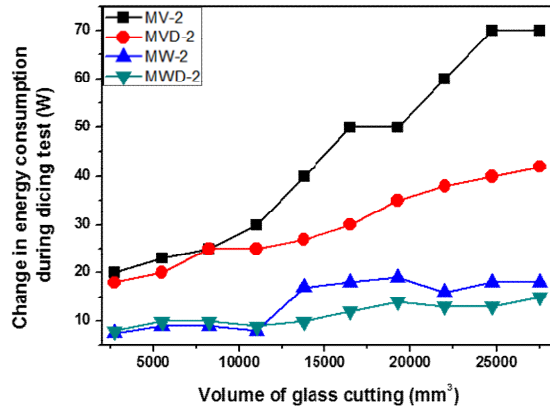


Fig. 1. Comparison of momentary energy consumption among MV, MW, DLC coated micro-blades during dicing test.

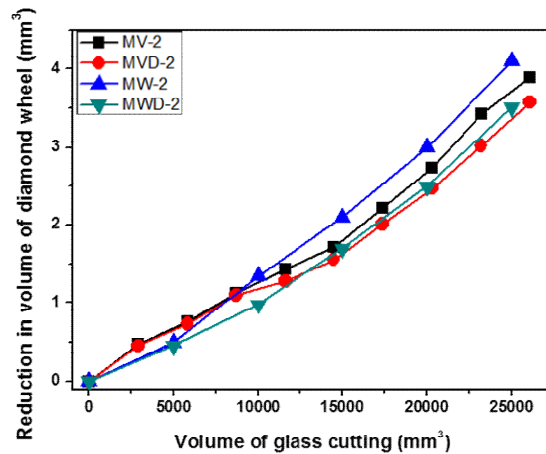


Fig. 2. Comparison of reduction in microblades volume in MV, MW, DLC coated.

3. 결론

DLC 코팅이 다이아몬드 마이크로 블레이드의 절삭 성능에 미치는 영향을 분석한 결과, DLC 코팅한 블레이드에 첨가한 고체윤활제의 종류에 무관하게 절삭 중 순간 소모 전력과 블레이드의 마모 부피는 감소하였다. 초기 절삭 과정에서 DLC 코팅한 블레이드와 코팅하지 않은 블레이드는 두 종류 모두 유사한 결과를 보였는데 이는 드레싱 과정을 거쳤음에도 불구하고 블레이드와 우수하게 접촉한 DLC 코팅이 주행면에 일부 잔재하여 절삭에 관여하는 주행면의 면적을 감소시켰기 때문으로 사료된다. 초기 이후 DLC 코팅한 다이아몬드 마이크로 블레이드의 우수한 절삭 성능을 확인하였다.

참고문헌

1. Assembly Technology, "Dicing Saw Cuts Wafer Easily, Accurately", Machine Design, 66 (2000)
2. K. Y. Ko, Y. Y. Cha, B. S. Choi, J. Kor. Soc. Pre. Eng., 17 (2000) 70.
3. S. Avagliano, N. Bianco, O. Manca, V. Naso, Int. J. Heat & Mass Trans., 42 (1999) 645.
4. Wang, A., Zhao, J., Green, M. A., "24% Efficient Silicon Solar Cells," Appl. Phys. Lett., Vol. 57, No. 602, 1990.
5. Chong, C., Davies, K., "Plasma Grooved Buried Contact Silicon Solar Cells" Appl. Phys. Lett., Vol. 57, No. 602, 1990.
6. S. Y. Luo, Y. Y. Tsai, C.H. Chen, J. Mater. Process. Technol., 173 (2006) 321-329.
7. S. B. Lee, Y. Tani, T. Enomoto, H. Sato, Annals of the CIRP 54 (2005) 293-296.
8. Editorial Department of Elec. Res. Inc., Semiconductor & FPD Monthly Kor., Elec. Res. Inc. (1997) 33.