

금속 황화물 윤활제의 표면 부식처리가 다이아몬드 블레이드의 기계적 특성 및 절삭 성능에 미치는 영향

Effect of Etching Treatment of Tungsten Sulfide Lubricant on Strength and Life of Diamond Micro-blades

김송희^a, 장재철^a

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

초 록: 다이아몬드 마이크로 블레이드의 절삭 효율을 향상시키고 소결 공정 중 윤활제의 유동성과 젖음성이 다이아몬드 마이크로 블레이드의 물성에 미치는 영향을 연구하기 위해 Cu/Sn 금속 결합체에 표면을 부식시킨 WS₂와 부식을 시키지 않은 WS₂ 윤활제를 각각 동일한 체적 분율로 첨가하였다. 윤활제의 표면 개질에 따른 마이크로 블레이드 결합체의 내마모성과 굽힘 강도 시험을 행하였고, 실삭 절삭 시험을 위한 마이크로 블레이드 시편을 제작하여 수명 및 효율을 평가하였다. Cu/Sn 금속 결합체 파면에서의 WS₂ 입자 방향 분석을 통해 표면 개질 과정을 거친 WS₂가 압축소결 공정 중 압축 방향에 수직하게 위치하려는 경향이 크게 나타났으며, 이는 소결체의 강도와 경도를 향상시켰다. 마이크로 블레이드의 절삭 효율 및 수명을 평가하기 위한 실삭 절삭 시험 결과, 윤활제 표면 부식처리는 처리하지 않은 경우에 비하여 절삭성능은 비슷하게 관찰되었으나 결합체와의 계면 결합을 줄이므로써 블레이드의 수명을 연장시킬 수 있었다.

1. 서론

최근 IT 산업의 급격한 성장으로 인해 반도체 산업은 매년 크게 성장하고 있으며, 국내에서도 반도체 소자 및 공정 관련 연구가 활발하게 진행되고 있는 가운데 세계 반도체 시장 점유율 10위 내에 국내 기업이 2개가 위치하는 성과를 낳았다. IT 기기의 소형화와 다기능화는 반도체 칩의 미세화를 필요로 하며 절삭 공정 중 작은 충격에도 회로에 큰 손상을 줄 수 있기 때문에 초정밀 절단 공정인 마이크로 ‘dicing’ 공정이 매우 중요하다고 할 수 있다. 반도체 웨이퍼의 다이싱 공정은 패터닝된 한 웨이퍼나 PCB 기판으로부터 여러 개의 칩을 절단해서 분리하는 공정을 말한다. 이와 같은 웨이퍼의 절단하는 방법은 다이아몬드 grit을 포함한 얇은 마이크로블레이드를 회전시켜 절단하는 방법^{1,2)}, 레이저로 절단하는 방법³⁾ 등이 일반화 되어있다. 마이크로 블레이드를 이용한 절삭방법이 더욱 일반적이는데 이 공정의 가공품질은 웨이퍼 자체의 품질, 블레이드의 절삭특성, 절삭냉각수, 절삭속도와 같은 가공공정 관련 변수 등과 관련이 깊은 것으로 알려져 있다⁴⁾. 본 연구에서는 블레이드 재료의 개발을 통해 절삭특성을 향상시킴으로써 양질의 마이크로칩을 생산하고 수명이 긴 블레이드 재료를 개발함으로써 생산성향상에 기여함을 목표로 한다. 이를 위하여 본 연구자들은 그 동안 흑연, MoS₂, 등과 같은 윤활제를 블레이드 제조 시 첨가하여 개선하는 연구를 행하여왔으며 상당히 개선된 효과를 얻은바 있다^{5,6)}. 또한 본 저자는 기존 연구에서 WS₂의 윤활제로서의 장점 및 가압 소결 공정 중에서의 한계를 언급하였다⁷⁾. 본 연구에서는 가압 소결 공정에서의 개선을 위해 표면 개질 과정을 거친 WS₂ 윤활제를 첨가한 블레이드를 제작하여 기존 블레이드와 절삭 시 순간 전력 소모량, 마찰 특성, 블레이드 마모에 의한 수명 등을 비교 평가하고 그 차이를 재료 공학적 관점에서 조사하고자 하였다.

2. 본론

실험 및 재료: 본 연구를 수행하기 위해 표 1과 같은 조성의 다이아몬드 블레이드를 만들기 위하여 표면부식과정을 거친 WS₂와 거치지 않은 WS₂를 윤활제로서 8.1 vol.%부터 11.8 vol.%(MW-2부터 MW-3)까지의 4가지 조성의 윤활제를 Cu-Sn bond metal에 첨가하여 금속결합체를 만들어 굽힘강도, 경도, 마모시험 등을 통하여 기계적 특성을 평가하였다. 금속결합체의 마모시험은 SiC ball 로 금속결합체와 마찰 실험을 통하여 마찰계수와 72m를 회전 시킨 후 마모깊이를 측정하였다. 이상의 4가지 조성(표1 참조)에 Conc.50(다이아몬드 함량12.5vol.%)의 다이아몬드 지립을 포함하는 마이크로블레이드를 만들어 1.9mm 두께의 borosilicate glass(JIS 규격,BK7) 유리를 피절삭재로 이용한 ‘dicing’시험(Okamoto Co.의 ADM-6S Micro-blade dicing 시험기)을 통하여 절삭성능시험을 행하였다. blade의 회전속도는 10,000rpm, 블레이드 이동속도는 160mm/min.으로 일정한 조건에서 절삭시험을 행하였으며, 절삭 중 순간 소모전력을 측정하였다. 10가지 종류의 마이크로 블레이드로 24,795mm³의 유리를 절삭한 후에 블레이드의 외경마모 및 무게감량은 프로젝션 이동식현미경과 정밀천칭을 이용하여 각각 측정하였다.

실험 결과: WS₂를 첨가한 금속 결합체의 굽힘 강도, 경도 시험의 결과를 Table 2에 나타내었다. WS₂의 표면을 부식시킨 윤활제를 첨가한 경우 그렇지 않은 경우에 비하여 강도 및 경도가 약 10%가량 향상되었으며, 윤활제의 첨가량이 증가할

수록 기계적 강도는 감소하였다.

실착 절삭 시험 결과, 절삭 부피에 따른 마이크로 블레이드의 부피 감소는 Fig 1, 순간 전력 소모량은 Fig 2에 나타내었다. 표면 개질을 거친 MWE계와 거치지 않은 MW계 블레이드는 최종적으로 비슷한 순간 소비 전력량을 보였으나 MWE계 블레이드의 수명이 크게 늘어난 것을 확인할 수 있었다.

Table 1. Chemical composition of bond metals for micro-blades.

| Binder | (vol.%) | | |
|--------|---------|------|-----------------|
| | Cu | Sn | WS ₂ |
| MWE-2 | 69.7 | 22.2 | 8.1 |
| MWE-3 | 66.9 | 21.3 | 11.8 |
| MW-2 | 69.7 | 22.2 | 8.1(w/o etch.) |
| MW-3 | 66.9 | 21.3 | 11.8(w/o etch.) |

Table 2. Results of Vickers hardness test and 3 point bending test.

| | MW-2 | MW-3 | MWE-2 | MWE-3 |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Vickers Hardness | 262.19 | 230.34 | 305.28 | 292.46 |
| Flexural Strength | 315 | 284 | 432 | 370 |

Fig 1. Reduction in volume of blades of MW and MWE with the amount of glass cutting.

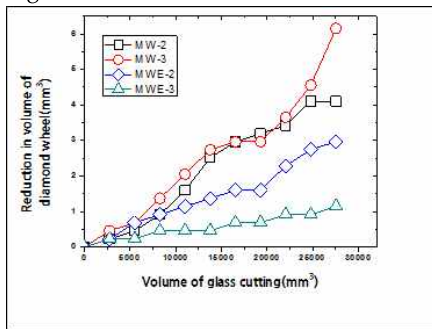
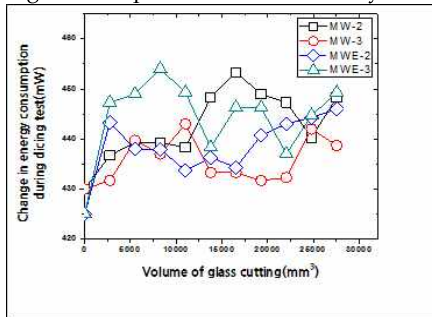


Fig 2. Comparison of momentary energy consumption of MW and MWE micro-blades during dicing test.



3. 결론

윤활제의 표면 개질 여부에 따른 금속 결합체의 기계적 성질을 비교한 결과, 동일 부피 분율에서 부식을 통한 표면개질은 가압 소결 공정 중 Cu/Sn 결합체와의 젖음성을 향상시켜 윤활제와 결합체 간 계면의 결합이 감소하였다. 그리고 표면 개질로 인한 윤활제의 형상비 증가는 WS₂ 입자가 소결 공정 중 압축 방향에 수직인 방향으로 소결되도록 하였다. 이 유동성, 젖음성의 개선을 통해 기계적 특성과 블레이드의 수명이 향상됨을 확인하였다. 이를 통해 마이크로 다이아몬드 블레이드의 수명 및 기계적 성질의 개선에 있어 표면 개질한 윤활제의 첨가를 통해 마이크로 블레이드 성능 향상이 가능하였다. 결과적으로 윤활제의 첨가량 증가에 따라 윤활특성은 향상됨을 확인할 수 있었으며 블레이드의 기계적 특성은 저하됨을 확인할 수 있었다. 실착 실험을 통해 절삭효율 및 블레이드의 수명은 상기 특성을 동시에 고려해야 할 것이다.

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. Editorial Department of Elec. Res. Inc., Semiconductor & FPD Monthly Kor., Elec. Res. Inc. (1997) 33.
5. S. H. Kim, J. C. Moon, J. Kor. Inst. Surf. Eng., 41 (2008) 335.
6. S. H. Kim, J. C. Moon, J. Kor. Inst. Surf. Eng., 43 (2010) 41.
7. S. H. Kim, J. C. Jang, J. Kor. Inst. Surf. Eng., 45 (2012) 39-42.