

웨이퍼 가공용 복합 블레이드

이정익*

*인하공업전문대학 기계설계과

e-mail: jilee@inhac.ac.kr

Composite Blade for Dicing of Wafer

Jeong-Ick Lee *

*Dept. of Mechanical Design, Inha Technical College

요 약

나노복합 블레이드가 반도체 웨이퍼 가공을 위한 마이크로급 나노장치나 그 이상의 나노급 구조체를 위해 사용되었다. 금속 블레이드는 실리콘 웨이퍼 가공을 위해 사용되어 왔다. 그러나, 최근 레진 복합 블레이드는 반도체나 핸드폰의 쿼츠 웨이퍼 가공에 사용된다. 유기 또는 비유기 재료 선정은 기계가공성, 전기 전도성, 강도, 연성 및 웨이퍼 저항을 가진 블레이드를 만드는데 중요하다. 고성능 응용의 증대 요구에 따라 개발된 고기술 비유기성 재료의 혼합은 낮은 가격에 고기능의 신뢰도를 필요로 한다. 나노 입자의 크기를 가진 레진 복합물의 마이크로 설계는 입자간 상호작용의 제어가 필요하다. 형상 제작 동안 마이크로 차원에 두께를 유지하기 위해서는 마이크로/나노급 제작을 위한 가공기술이 중요한 것 중의 하나이다. 본 연구에서는 핫 프레스 구조물이 원래 설계 기준과 두께 차이의 실험 접근법을 사용해 만들어졌다. 다른 습식 공정 기술은 차원의 허용치를 개선하기 위해 만들었다. 실험들과 해석들은 신뢰성 결과가 사용가능함을 보여주었다. 반도체 시장에 사용될 레진 복합 블레이드의 개선 효과가 논의되었다.

1. 서론

휴대폰을 비롯한 PDA, 디지털TV, 스마트폰 등 각종 디지털 정보기기들이 인터넷 접속이나 컴퓨팅 기능을 원활하게 구현하기 위해 많은 반도체 칩을 필요로 하고 있다. 또한 정보기기의 양상이 점차 복합 다양화 되는 추세를 보이고 있는 가운데 제품 간의 융합은 더욱 진전될 것으로 전망됨에 따라 하나의 정보기기 안에는 보다 많은 반도체 칩이 필요하게 될 것이다.[1] 이를 가능하게 하기 위해서는 칩의 크기가 소형화 되어야만 한다. 하지만 칩의 크기가 점점 미세화 됨에 따라 작은 영향이라도 회로에 손상을 줄 수 있기 때문에 쿼츠웨이퍼 초정밀 절단공정인 다이싱(Dicing)에서의 정밀도를 유지하는 것은 상당히 중요한 문제가 되고 있다.[2] 따라서 실리콘 웨이퍼를 가공하는 메탈 또는 전착 블레이드가 아닌 레진 블레이드를 사용하게 되는데 블레이드의 제작에서 마이크로미터에 달하는 두께편차를 해결하고,

전도성 폴리머의 응용 및 전도성 나노화합물의 분산 기술을 바탕으로 전기 전도성과 내마모성이 우수한 블레이드를 제작하는 기술의 개발이 우선시 된다. 다른 한편으로 반도체 웨이퍼의 다이싱(dicing)공정은 Fig. 1 처럼 패터닝(patterning) 된 한 웨이퍼에서 다수의 칩(chip) 들을 절단해서 개개의 칩으로 분리해 내는 것을 말한다.[3] 이와 같은 웨이퍼의 다이싱 공정은 다이아몬드 입자가 박힌 얇은 회전 블레이드(blade)를 웨이퍼에 이송하여 절단하는 방법[4-8], 레이저를 이용한 절단 방법[9-11]이 반도체 웨이퍼 다이싱 기술로 가장 일반화되어 있다. 그 외에도 거의 사용되지는 않지만 Photo-lithography[12]나 Plasma etching[13] 방법이 있다. 또한 최근에 개발된 방법으로 고정된 스크라이버에 웨이퍼를 이송시켜 스크라이빙하고 브레이킹하는 방법이 있다.[14] 반도체 가공 장비가 발달된 일본이나 독일에서는 쿼츠웨이퍼 가공용 레진블레이드가 이미 개발되어 국내에 공급

되고 있는 실정이며 단점을 보완한 메탈-레진 블레이드의 개발도 이미 진행 중이지만 아직 국내에서는 스크라이버를 이용한 다이싱 기술은 물론하고, 다이아몬드 입자가 박힌 얇은 회전 블레이드를 웨이퍼에 이송하여 절단하는 일반적인 반도체 칩 다이싱 시스템조차 개발되어 있지 않아 수입에 의존하고 있다. 또한 다이싱에 관련된 수입 장비도 대부분 회전 블레이드를 이용한 다이싱 방식이므로 수출, 정밀도 그리고 가공속도가 떨어지고 가공 유연성이 부족한 실정이다.[15] 또한, 기존의 라미네이션을 이용한 건식 공정으로 제작된 쿼츠웨이퍼 가공용 레진 블레이드는 두께편차의 문제를 해결하기 위하여 후처리 가공이라는 공정을 추가하여 비용과 시간을 증가시키는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 라미네이션을 이용한 건식공정 방법과 기존의 건식공정을 결합하여 후처리 가공을 생략한 공정을 통하여 균일한 두께편차와 밀도, 원료의 분산, 경도를 우수하게 하여 제품의 가공 특성을 향상 시키고, 제작비용과 시간을 줄일 수 있는 최적의 공정 조건을 찾아내어 반도체 쿼츠웨이퍼 다이싱용 블레이드를 개발하는 것이 본 연구 목적이다.

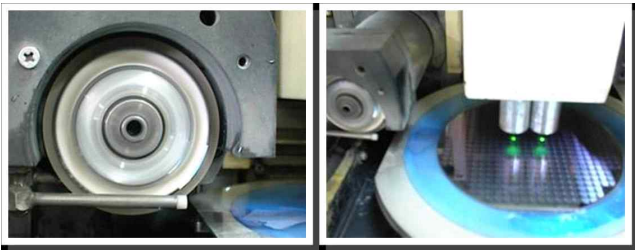


Fig. 1 Dicing processes of quartz wafer

2. 실험

2.1 소재 및 실험장치

본 연구에서는 탄화규소 또는 다이아몬드 세라믹스 분말을 연마재로 사용하고, 고분자 수지로 페놀레진, 폴리이미드를 첨가하여 성형보조제, 나노크기의 전도성 화합물 및 coupling agent를 알콜 용매와 혼합하여 사용하였다. 먼저 기존의 건식 공정으로 블레이드 시험편을 제작하기 위해 혼합재 분말을 가열가압하기 위한 라미네이션 장비(HMM-04A, Korea)를 사용하였고, 습식 공정으로 균일한 두께의 블레이드 시트를 제조하기 위해 테일캐스팅 장비(STC-14A, Korea)와 시트를 가열가압하기 위해 라미네이션 장비(HMM-04A, Korea)를 사용하여 블레이드 시험편

을 제작하였다. 그리고, 특성평가 시험에서 경도를 측정하기 위해 마이크로 경도계(HM-114, Japan)을 사용하였다.

2.2 시편제작

블레이드의 제작은 Fig. 2에서 보는 바와 같이, 분말의 혼합단계 후 두 가지 공정으로 나누어 시편을 제작하였다.

2.3 실험방법

제작된 블레이드의 두께편차가 $5\mu\text{m}$ 내외의 허용범위를 만족시켜야만 쿼츠웨이퍼의 절단용으로 성능을 발휘할 수 있게 된다. 따라서 블레이드의 두께편차를 줄여 나가기 위해, 공정에서 라미네이션 장비의 수평 조절 절차가 두께편차에 영향을 주는지에 대해 확인하고, 승온 온도와 최고 압력을 변화 시켜가며 시험편을 제작하여 마이크로미터 측정기로 두께편차를 측정하였고, 결과를 바탕으로 최적화된 공정 조건을 결정하였다.

또한, 테일캐스팅을 사용한 습식공정이 아닌 기존의 라미네이션만을 사용한 건식가압공정으로 제작된 독일 제품과 제작한 블레이드 시험편들의 비교를 위해 밀도와 겉보기 기공률을 측정하였고, 마이크로 경도계를 사용하여 각 시험편의 경도를 측정하였으며, 광학현미경 촬영을 통하여 표면의 거칠기를 관찰하여 세 가지 시험편의 특성을 비교, 평가하였다. 그리고 제작된 블레이드의 구간별 특성 평가를 위해 시험편을 동일한 크기로 8등분 하여 각 구간의 밀도와 겉보기 기공률을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 두께편차 감소를 위한 공정 변수의 제어

시험편으로 제작된 블레이드는 총 5종류로 같은 조건으로 수평제어 여부와 성형시 최대압력을 변화시킨 후 두께편차를 측정하였다.

3.2 밀도 비교를 통한 특성 평가

습식 공정을 통하여 제작한 블레이드 시험편의 특성 평가를 위해 건식 공정만을 사용하여 제작된 제품 및 독일제품과 비교하였다. 세 가지 시험편을 대상으로 밀도와 겉보기 기공률을 측정하여 제작한 시험편의 특성을 평가할 수 있었다. 그 결과는 세 가지 시험편(독일제품-Foreign goods, 건식공정

-Domestic goods, 습식공정-This Study) 중에 습식 공정으로 제작한 시험편의 밀도는 독일 제품이나 국내 개발 제품과 유사하였으며, 결보기 기공률이 가장 적었다.

3.3 경도 비교를 통한 특성 평가

다음은 세 가지 시험편을 대상으로 마이크로 경도계를 사용하여 경도의 측정을 통해 제작한 시험편의 특성을 평가할 수 있었다.

3.4 표면거칠기 비교를 통한 평가

먼저 광학 현미경을 사용하여 세 가지 시험편의 표면의 거칠기를 평가하였다.

3.5 구간별 밀도와 결보기 기공률의 측정을 통한 특성 평가

각 구간의 밀도와 기공률이 거의 일치하여 블레이드가 전체적으로 혼합재의 분포가 균일함을 확인 할 수 있었으며, 수치 값에 차이가 나는 이유는 측정 시 발생하는 오차로 추정할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 반도체 퀴츠웨이퍼 다이싱용 블레이드를 습식공정을 활용하여 시편을 제작하고 기계적 특성을 측정하여 기존의 블레이드와 비교, 평가하였다. 본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 블레이드의 제작에 있어서 건식공정과 습식공정으로 나누어 시편을 제작하여 두 시편의 두께편차를 측정한 결과 습식공정으로 제작된 시편의 두께편차가 더 작았다.
2. 따라서 건식공정의 문제인 두께편차와 입자의 고른 체적밀도를 습식공정을 통하여 해결할 수 있었다.
3. 습식공정으로 제작한 시편의 표면 거칠기가 가장 고른 분포를 보였으며, 결보기 기공률 또한 가장 적게 측정되었다.
4. 경도 역시 습식공정으로 제작한 블레이드의 경도 값이 가장 우수함을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 2006년도 용인시 중소기업 기술개발지원사업의 일환으로 공동연구기관인 주식회사 동신과 경기도 용인시에서 지원되는 연구과제의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 이영길, "SoC 기술동향 및 유망시장", KISTI, 2005.
- [2] 김성철, 이은상, 송지복, "실리콘 웨이퍼의 초정밀 절단가공에 관한 연구", 한국공작기계학회논문집, pp. 502-506, 1999.
- [3] Oklobdzija, V. G. and Barnes, E. R., "On Implementing Addition in VLSI Technology," IBM T. J. Watson Research Center, 1998.
- [4] Assembly Technology, "Dicing Saw Cuts Wafers Easily, Accurately," *Machine Design*, Vol. 66, No. 13, 2000.
- [5] Ko, K. Y., Cha, Y. Y. and Choi, B. S., "Wafer Dicing State Monitoring by Signal Processing," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 17, No. 5, pp. 70~75, 2000.
- [6] Ko, K. Y., Cha, Y. Y. and Choi, B. S., "Monitoring of Wafer Dicing State by Using Back Propagation Algorithm," *Journal of Control Automation and Systems Engineering*, Vol. 6, No. 6, pp. 486~491, 2000.
- [7] Hassui, A., Diniz, A. E. et al., "Experimental Evaluation on Grinding Wheel Wear through Vibration and Acoustic Emission," *Wear*, Vol.217, pp. 7~14, 1998.
- [8] Subramanian, K., Ramanath, S. and Tricard, M., "Mechanism of Material Removal in the Pression Production Grinding of Ceramics," *Journal of Manufacturing science and Engineering*, Vol. 119, pp. 509~519, 1997.
- [9] Avagliano, S., Bianco, N., Manca, O. and Naso, V., "Combined Thermal and Optical Anslsysis of Laser Back-scribing for Amorphous-Silicon Photovoltaic Cells Processing," *International Journal of Heat & Mass Transfer*, Vol. 42, No. 4, pp. 509~519, 1999.