

유리 || 실리콘 기판 직접 접합에 대한 연구 Study on the Glass || Si Wafer Direct Bonding

민홍석*, 주영창, 송오성**, 이진우**

(서울대학교 재료공학부, ** 서울시립대학교 재료공학과)

1. 서론

Wafer direct bonding 방법은 wafer의 surface roughness를 제어함으로써 저온에서 직접 접합하는 방법이다. 특히, 열처리에 의한 계면 활성화로부터 접합강도를 높인다는 의미에서 Fusion bonding이라고 불리기도 한다. 본 연구는 이러한 Wafer direct bonding을 이용하여 Glass || Si 기판의 접합을 연구하였다. 기존의 Wafer direct bonding의 응용이 Si || Si이나 Si || SiO₂ 등의 동질 및 유사재료에서 이종재료간의 접합으로 범위가 확대되어 가는 상황에서, 본 연구는 Glass를 중심으로 하는 이종재료 간의 접합 가능성과 메카니즘을 밝히고자 한다. 이미 기존의 Si || Si, Si || SiO₂ 등의 직접 접합들이 MEMS나 SOI 등으로 적용되고 있음에 반하여, Glass와 Silicon 간의 접합은 복잡한 이종재료간의 표면 물성 제약 때문에 응용 한계를 안고 있다는 점을 고려해 볼 때, 본 연구의 중요성을 알 수 있다. 또한, 기존의 Glass || Si 접합의 대표적인 방법인 Anodic bonding이 고전압을 이용함으로써 유발시킨 Si 기판 손상의 단점을 보완할 수 있는 새로운 방법의 제시로 wafer direct bonding이 기존 SOI를 대체할 수 있는 기술이다. 따라서 본 연구에서 제안하는 Glass || Si Wafer direct bonding의 공정조건과 접합 메카니즘 이해는 정보 디스플레이용 FPD(Flat Panel Display)에 활용될 뿐만 아니라, 다양한 이종재료 접합을 이해하는데 광범위하게 응용될 것이다.

2. 실험방법

본 실험에서는 직경 4" 7740 PYREX Glass wafer와 4" (100) Epi-Si bare wafer를 wafer direct bonding 방법으로 접합하였다. 그 전처리로서 적용되는 Cleaning 과정으로는 H₂SO₄와 H₂O₂를 1:4로 혼합하여 120℃에서 10분간 처리하는 방법과 NH₄OH와 H₂O₂, H₂O를 1:1:5로 혼합하여 80℃에서 20분간 처리하는 공정을 이용하였다. 이러한 Cleaning 과정을 거친 Glass와 Si wafer는 청정도 Class 100 상온 대기중에서 Wafer direct bonding을 실시하였다. 상온에서 형성된 Wafer direct bonding은 접합 계면의 활성화를 위하여 열처리를 실시하게 되는데, 온도 구간 및 온도 유지시간, 온도 상승 비율 등을 변화시킴으로써, 각 변수에 따른 Glass || Si wafer direct bonding의 접합력 강도

변화를 확인하였다. 본 실험에서는 접합력 변화를 알아보기 위하여 Crack opening method를 하였다. 특히, 본 실험은 Cleaning 과정과 열처리 과정의 계면 활성화 경향을 분석하기 위하여 Glass와 Si의 표면에 대한 XPS 분석을 실시하였다. 또한, 기존의 Anodic bonding법을 이용한 접합 실험을 병행하여 Wafer direct bonding 실험과 접합 경향성을 비교 분석하였다.

3. 결과 요약

Glass || Si Wafer direct bonding은 <그림 1>과 같이 열처리 온도 및 온도 유지시간, 온도 상승 비율에 민감하게 반응하였다. 특히, 열처리 온도는 300℃에서 최대 접합 강도를 나타내며, 온도 유지시간은 28시간 정도에서 충분한 계면 활성화를 이루게 된다. 또한 온도 상승 비율은 너무 빠를 경우 열팽창 계수의 차이에 의한 응력이 작용되어 접합 형성이 실패하는 경향을 나타낸다. 따라서, 이러한 실험 데이터를 통해 Glass || Si wafer direct bonding 메카니즘에 대한 3가지 요소를 확인해 볼 수 있는데, Cleaning effect, Thermal annealing effect, 그리고 Thermal stress effect가 이에 해당하였다.

참고문헌

1. Q.-Y. Tong, J. Goesele, Semiconductor wafer bonding : science and technology, New York : John Wiley (1999)
2. Zhi-Xiong Xiao et al., Sensors and Actuators, 72, 46 (1999)
3. T. Martini, J. Steinkirchner, and U. Goesele, J. Electrochem. Soc., 144(1), 354 (1997)

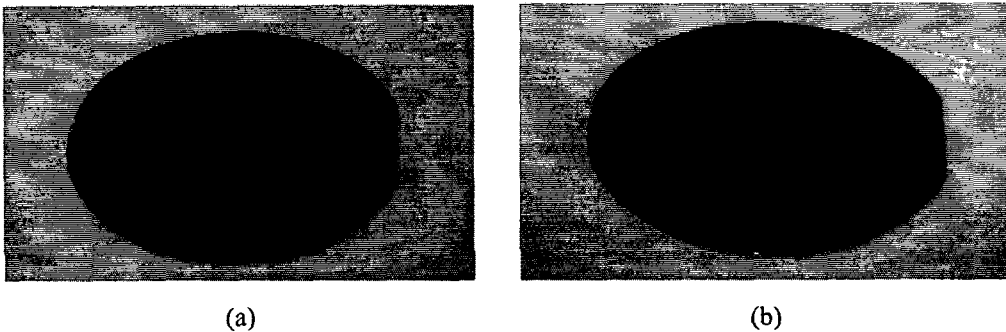


그림 1. Glass || Si wafer direct bonding (a) 열처리 전 (b) 열처리 후