

열충격 시험에 의한 TSV의 Cu 돌출 및 표면 거칠기 변화

Effect of thermal shock test on Cu pumping and surface roughness

노명훈*, 이준형, 정재필
 서울시립대학교 신소재공학과(E-mail:mhroh@uos.ac.kr)

초 록: 3차원 실장을 위한 TSV의 제조 공정 중에 발생할 수 있는 Cu의 돌출 거동에 대해 연구하였다. Cu의 돌출은 반도체를 제조할 때 고온(>350°C) 공정인 BEOL (back end of line) 중에 발생하는 현상이다. Cu의 돌출은 Si과 Cu의 열팽창계수 차이에 의해 발생하는 현상으로 고온 공정 뿐만아니라 열충격 시험과 같은 열피로에 의해서 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 -65°C에서 15분과 150°C에서 15분을 1 사이클로 설정하여 0, 250, 500, 1000 사이클의 열충격 시험을 수행하였다. 열충격 시험 후 각 사이클에서의 Cu 돌출 거동과 Cu의 표면 거칠기 변화에 대해 연구하였다.

1. 서론

최근 휴대용 전자제품의 다기능화(multi-functional properties)에 대한 기대가 높아짐에 따라 반도체 부품의 고집적 및 경량화에 대한 수요가 증가하고 있다. 이러한 요구를 만족시키기 위해서 실리콘 관통 전극(Through Silicon Via, 이하 TSV)을 이용하여 반도체 칩을 수직으로 적층하는 기술이 적용되고 있다. 그러나 TSV의 전도성 물질로 사용되는 Cu와 실리콘 기판과의 큰 열팽창계수 차이에 의해 BEOL 공정 중에 Cu의 돌출 되는 현상이 발견되었다. 그러나 Cu의 돌출은 반도체 제조 공정에서 뿐만 아니라, 반도체 부품의 신뢰성 평가 중에도 발생할 수 있다¹⁾. 따라서 본 연구에서는 신뢰성 평가 중 하나인 열충격 시험에 의한 Cu의 돌출과 표면 거칠기 변화에 대해 연구하였다.

2. 본론

본 연구에서는 p-type (100) 단결정 실리콘 웨이퍼에 직경 30 μm, 깊이 70 μm 크기의 TSV를 형성 한 후 전해도금을 이용하여 Cu를 결함 없이 충전하였다. Cu가 충전된 TSV를 평균 입도 1 μm의 다이아몬드 페이스트를 이용하여 연마하였다. 표면 연마된 TSV는 -65°C에서 15분과 150°C에서 15분을 1 사이클로 하여 0, 250, 500, 1000 사이클 열충격 시험을 수행하였다. 실험 결과, 열충격 시험을 250 사이클 수행하였을 때 Cu의 돌출이 관찰되었으며, 열충격 시험이 500에서 1000 사이클로 증가함에 따라 Cu의 돌출 높이가 증가함을 알 수 있었다. 또한, 열충격 시험에 의한 평균 표면 거칠기는 0.05~0.06 μm로 유사한 수치를 나타내었다.

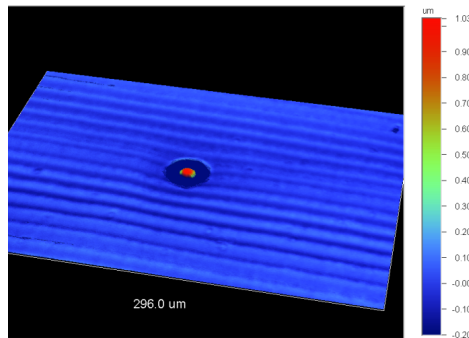


Fig. 1. Three dimensional image of TSV after 1000 cycles.

3. 결론

Cu가 결함없이 충전된 TSV의 열충격 시험결과 열충격 시험 횟수가 증가함에 따라 Cu의 돌출 높이가 높아졌다. 그러나 열충격 시험에 의한 평균 표면 거칠기의 변화는 관찰되지 않았다. 따라서, 반도체를 제조함에 있어서 BEOL 공정에서 뿐만 아니라 신뢰성 평가 중에도 Cu 돌출이 발생할 수 있기 때문에 반도체 공정 설계시 고려해야 한다고 사료된다.
 ※ 본 연구는 2010-2013 지식경제부의 부품소재기술개발사업(과제번호:10038398) 연구비 지원에 의해 수행되었으며 연구비 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

1. X, Liu et al., Microelectronics Reliability, 53 (2013) 70.