

선형열처리를 이용한 Si(100)/Si₃N₄ // Si(100)기판쌍의 직접접합
 Direct bonding of Si(100)/Si₃N₄ // Si(100) wafers using fast linear
 annealing method

이영민*, 송오성, 이상현(서울시립대학교)

1. 서론

SOI(Silicon-on-Insulator)기판은 기존 반도체 CMOS 소자의 기판하부로의 누설전류를 적극적으로 차단하여 스피드를 향상시킬 수 있는 기판으로서 이미 고속형 반도체 시장을 중심으로 적용단계에 들어섰다.¹⁾ 이러한 SOI제조에 있어서 실리콘직접접합법은 고품질의 절연막을 형성시키기 용이하고 절연막층의 두께를 자유롭게 조절할 수 있어서 소자설계의 다양성을 확보할 수 있는 장점을 가지고 있어서 최근의 SOI 기판제조에 주로 채택되는 접합법이다. 또한 최근에는 기존의 로를 이용한 열처리외에 고밀도 할로젠램프를 이용하여 특정속도로 기판쌍을 주사가열하면서 온도구배에 의해 가열시 발생하는 기상 불순물을 효과적으로 제거하여 저온에서 접합하는 선형열처리 공정이 보고되었다.²⁾ SOI기판이 MEMS 분야로 확대되면서 절연막층으로 Si₃N₄의 요구가 커지고 있다. Si₃N₄는 기존의 열산화 SiO₂에 비해 100배정도의 더 큰 저항도를 가져 누설전류차단이 용이하고, 유전상수가 5.8~6.1 정도로 실리콘의 4.0보다 큰 특징이 있어 MEMS 관련분야에 선택적인 목적하에 용도가 다양하다.³⁾ 본 연구는 기존 열산화막을 채용한 SOI 기판의 직접접합법에 이미 성공적으로 채용된 선형가열법을 이용하여, 같은 방법으로 LPCVD로 제조된 Si₃N₄막을 절연막질로 채용한 SOI기판을 선형열원의 입열량을 변화시키며 제조하고 이들의 접합강도를 확인하였다.

2. 실험방법

직경 10cm인 p-type(100)Si 기판을 785℃에서 Si₂Cl₂와 NH₄ gas를 사용하여 LPCVD법으로 500Å 두께의 Si₃N₄막을 기판전면에 성장시켜 준비하였다. 기판을 SPM(Sulfuric Peroxide Mixture)와 초순수를 이용하여 세척하고 10% HF를 사용하여 표면의 자연산화막을 제거하여 기판표면의 소수성을 가지도록 하였다.⁴⁾ 건조 후 즉시 30분내에 실온에서 실리콘 연마면과

Si₃N₄ 상부층을 마주보게 하고 접촉시켰다. 전처리공정에서 가접된 기판쌍의 접합강도를 향상시키기 위하여 선형열처리를 사용하였다. 열처리가 끝난 기판쌍들의 접합강도를 측정하기 위해 일반적으로 사용되는 IR Camera를 이용하여 접합면 전체를 관찰하여 내부의 접합면적을 비파괴적으로 확인하였다. Crack opening법은 하나의 기판쌍에 대해 3곳에 면도날을 삽입하여 생성된 균열의 평균적인 길이는 접합강도로 측정하였다.

3. 결과 요약

Fig. 1에는 입열량에 따라 Crack opening법에서 계산된 접합강도를 나타내었다. 입열량에 따라 접합강도가 증가하여 1125w에서는 1577mJ/m²이상의 접합강도를 얻었다. 이는 SOI기판제조에 필수적인 CMP등의 후속공정에도 기판쌍의 접합이 유지될 수 있는 정도라고 판단되었다. 기존 Si/SiO₂ || Si SOI기판에서의 접합강도가 800W에서 2000mJ/m²이상이라고 보고한 이진우 등²⁾의 연구에 비해 고입열량에서도 접합강도가 낮은 것은 Si₃N₄의 표면과 Si의 공유결합을 일으키는데 필요한 열에너지가 더욱 필요한 것으로 판단되었다. 따라서 Si₃N₄의 계면을 활성화시켜 기존 SiO₂ SOI의 접합강도를 얻기 위해서는 실험범위보다 더욱 입열량을 크게 하여 1400W정도가 필요하다고 예상되었다.

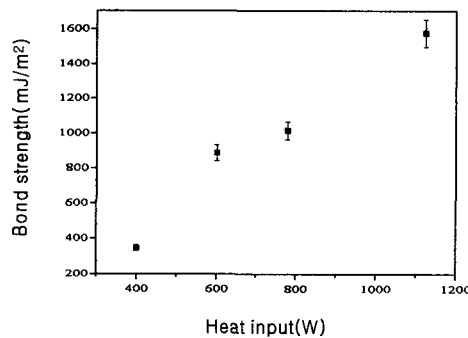


Fig. 1. Plot of bond strength versus heat input.

참고문헌

1. W.P.Maszara, G.Goetz, A.Caviglia J.B. McKittelick : J. Appl. Phys., 64 (1988) 4993
2. J. W. Lee, Ph.D. : thesis (Seoul National University, 1999)
3. S.K, Ghandi, "VLSI Fabrical Principles" John Wiley & Son 1983
4. Y. Backlund, K. Hermansson, and L. Smith, : J. Electrochem. Soc, 139(8) (1992) 2299