

웨이퍼 접합 방법을 이용한 SOI 웨이퍼 제작

(Fabrication of SOI wafers by wafer bonding)

산업과학기술연구소 전자전기분야 강성건, 서광, 김홍락, 류근걸

I. 서론

다른 접착제를 사용하지 않고 웨이퍼와 웨이퍼를 붙임으로써 SOI(Silicon-on-Insulator) 웨이퍼를 만드는 방법에 대한 관심은 1964년 Kennedy의 미국 특허 이후 지속적으로 증가해오다가, 최근 bulk 웨이퍼로 제조된 소자들의 고집적화에 따른 제반 문제점의 도출로 인하여 그에 대한 연구 열기가 급속도로 높아지고 있다. 웨이퍼 접합 방법은 청정 기술을 이용하여 웨이퍼 경면을 cleaning 한 뒤, 실온에서 두 장의 웨이퍼를 붙인 후, 1000℃ 정도의 열처리로 완전한 접합을 이루는 방법이다. 이 때, 웨이퍼 접합 전의 웨이퍼 상태, 특히 청정도 및 화학 처리 상태, 표면 거칠기 등이 접합 후의 계면 성질에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져있다. 이와 함께 열처리 온도, 분위기 등도 중요한 변수로 작용한다고 보고되고 있다. 본 연구에서는 웨이퍼 표면의 화학적 처리 상태에 따른 웨이퍼 접합성에 대하여 검토하고자 한다.

II. 실험 방법

P-type (100) 4인치 bare 웨이퍼와 실리콘 산화막을 성장시킨 웨이퍼를 이용하여 화학 약품의 종류와 cleaning 방법 등을 바꾸어가며 접합 전 처리를 실시하였으며, 건조시킨 뒤 온도를 700℃에서 1000℃ 사이의 구간에서 변경시켜 열처리를 실시하였다. 열처리 전후의 접합 상태를 IR Topography System을 이용하여 관찰하였으며, 웨이퍼 사이의 접합력을 crack 전파 이론에 근거한 방법을 이용하여 계산하였다. 접합시 발생하는 stress에 의한 dislocations 발생 등의 접합 웨이퍼의 계면을 살펴보기 위하여 Secco etching한 뒤, 주사전자현미경(SEM) 관찰을 실시하였고, 계면의 미세한 접합 상태를 관찰하기 위하여 투과전자현미경(TEM)을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

열처리 전 웨이퍼의 표면 상태가 최종적인 웨이퍼 접합 상태에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험 결과 기존 웨이퍼 청정 공정에 사용하는 $H_2SO_4 : H_2O_2$ (2:1) 15분 처리 후, NH_4OH 를 추가시킨 $HF : NH_4OH : H_2O$ (1:1:100) 용액에 웨이퍼를 처리한 시편의 경우, $1000^\circ C$ 1시간의 열처리 후에 접합 상태가 가장 양호하였으며, 접합력도 bulk 실리콘에 근접한 값을 나타냈다. 열처리 온도에 따른 웨이퍼의 접합 상태를 살펴보기 위하여 $700^\circ C$ 부터 $1100^\circ C$ 로 온도를 변화시켰을 때, 열처리 온도가 증가할수록 계면에 void가 없어지고 완전한 접착면을 형성하였으며, $1000^\circ C$ 이상에서는 더 이상의 진전이 없었다.

IV. 결론

우수한 웨이퍼 접합 상태를 얻기 위해서는 접합 전 처리, 특히 화학 처리에 의한 웨이퍼 표면의 상태 및 청정 관리가 철저하게 이루어진 접합 분위기 등이 중요하게 작용하며, NH_4OH 가 첨가된 HF 용액에 처리한 웨이퍼의 접합 상태가 가장 우수하였다. 완전한 접합을 위해서는 $1000^\circ C$, 1시간 이상의 열처리가 진행되어야 한다.

V. 참고문헌

1. W.P. Maszara, J. Electrochem. Soc., Vol. 138, No. 1 January 1991 p341
2. W.P. Maszara, etc., J. Appl. Phys. 69(1), 1 January 1991 p257
3. M. Horiuchi, etc., J. Electrochem. Soc., Vol. 139, No. 9, September 1992 p2589
4. T. Abe, etc., Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 29, No. 12, 1990 ppL2311



그림 1. IR Topogrphy System으로 살펴본 열처리 전후의 접합 웨이퍼 계면 상태
(a) 열처리 전 (b) $1000^\circ C$ 열처리 후