

Si/유리 저온 정전 접합시 Al의 역할
(Role of Al thin films in Low temperature electrostatic bonding of Si/glass)

고등기술연구원 : 김희수, 문제도, 오재열, 조영래, 정효수

1. 서론

정전 접합은 온도와 정전기력에 의하여 두 물체를 원자간 거리만큼 접근시킨 후 접합시키는 고상 접합 방법이다. 이 접합 방법은 고상 상태를 유지하여 접합이 이루어지므로 치수 안정성이 높고, flux를 사용하지 않아 시편의 오염이 적으며 비교적 저온에서 접합이 가능하다는 장점을 갖고 있다. 정전 접합은 Si 센서 패키징시 유리와 Si간의 접합에 주로 많이 사용되는 방법이며, 이 방법은 광학 소자, Display 소자 등의 패키징에도 응용될 수 있다. 또한 이 정전접합의 개념을 이용하여 Si과 Si의 접합을 중간에 유리층을 형성시켜 압력 센서 및 SOI (silicon on insulator) 소자의 제작에도 응용할 수 있다. 현재의 센서 제작의 추세는 구동 회로 소자를 동시에 센서 소자에 집적시킴으로 인하여 고온에서 접합시킬 경우 발생할 수 있는 소자 효율의 저하 및 팽창 계수 차이에서 발생할 수 있는 잔류 응력의 문제를 제거하기 위하여 200°C 이하의 비교적 저온에서의 접합공정 개발에 관한 연구가 진행되고 있다. 이와 같은 저온 접합은 Si과 Si 접합에서 softening point가 낮은 유리를 증착시켜 Si과 접합을 하거나¹⁾ Si과 유리의 접합에서 금속 박막을 Si에 증착시킨 후 유리와 접합을 시키는 방법을 이용하여 저온 접합을 시도하고 있다.²⁾ 본 연구에서는 후자의 방법을 이용하여 저온 접합 조건을 도출하였으며 이때 사용된 Al 금속 박막의 두께에 따른 접합에의 영향에 관하여 살펴보았으며, 접합에 미치는 금속박막의 영향을 알아보았다.

2. 실험 방법

정전 접합시 Al 증간박막층의 두께에 따른 영향에 관하여 살펴보기 위하여 Al film을 thermal evaporation 방법에 의하여 Si 기판에 증착시킨후 Corning 0211 유리와 접합을 실시하였다. 증착된 Al 층의 두께는 100, 500, 2000, 5000 Å 이고 접합은 150~300°C, 500~3000V, 20min 조건에서 행하였다.

Al의 역할이 접합 강도의 증가 효과인지 잔류 응력 제거인지를 조사하기 위하여 접합면의 접합강도를 측정하였다. 접합은 잔류 응력의 접합 강도에의 영향을 최소화하기 위하여 팽창계수가 비슷한 Corning 7740 유리와 Si 및 Corning 7740 유리와 Al이 2000Å 두께로 증착된 Si에 대하여 300°C, 1000V, 5분 간 접합을 하였으며 이때 사용된 전극은 접합이 일부분에서만 이루어지도록 전극 구조를 조정하여 부분적으로 접합시킨후 인장강도를 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

접합은 Al 층의 두께가 100 Å 인 경우 접합이 이루어지지 않았고 500 Å 이상에서 접합이 이루어졌으며 두께가 증가할수록 균열이 발생하지 않고 접합이 가능한 온도 범위가 증가하였다. Si과 Corning 7740 유리를 접합시킨 경우 계면에서 파괴가 일어나는 것이 아니라 유리에서 파괴가 일어나 정확한 계면강도는 알 수 없었으나, 계면의 강도가 적어도 유리의 강도보다 크다는 것을 확인할 수 있었으며, Al 증간층이 있는 경우에는 계면에서 파괴가 일어났으며 그 강도는 9.59~21.33 MPa의 범위였다. Si/Corning 7740의 파괴 강도가 Si/Al/Corning 7740 접합체의 파괴 강도보다 높게 나타난 점과 Al 층 두께에 따라 접합에 영향을 받는다는 실험 결과로부터 Al 이 접합에 미치는 영향이 계면의 강도증진보다는 잔류응력 감소효과에 의한 것이라는 것을 알 수 있었다. 즉 Al 층의 두께가 작을 수록 잔류 응력 완화의 효과가 작아지므로 팽창계수 차이에서 오는 잔류응력을 극복하지 못하여 접합이 어려워진다. 계산결과 Al층에 걸리는 잔류 응력은 Al의 항복 강도를 넘는 240 MPa 정도이다. 즉 이 Al 층에 걸리는 잔류 응력은 항복 응력을 넘어 Al 층 내부에서 소성 변형에 의하여 잔류 응력을 완화시킬 것이다. 이때 이러한 잔류 응력 완화 과정은 Al 층내에서의 전위의 생성 및 이동이 필요로 하며 이때 전위의 양은 Al 층의 두께에 비례한다.

4. 결론

Al의 역할은 계면의 강도증진보다는 잔류응력 감소효과에 의한 것이다. 팽창계수 차이에 의한 잔류 응력을 극복하기 위해서는 Al 층의 두께가 어느 적정 두께 이상의 값을 가져야하며, 본 시스템의 경우 Al이 500Å 이상의 두께를 지녀야 200°C 이하에서 저온 접합이 가능하였다.

5. 참고문헌

- 1) M. Esashi, A. Nakano and H. Hebiguchi : *Sensors and actuators*, A21-A23, (1990) 931-934
- 2) W.Y.Lée, F.Sequeda, J. Salem and D. Chapman : *Appl. Phys. Lett.*, 50 (1987) 522