

이온빔 전처리에 따른 스퍼터 증착된 구리 박막과 FR-4 기판 사이의 계면 접착 기구 분석

민경진, 박성철, 이기욱*, 김재동*, 김도근**, 이진환**, 박영배†

안동대학교 신소재공학부; *엠코테크놀로지코리아; **한국기계연구원 표면기술연구센터
(ybpark@andong.ac.kr†)

전자기기의 급속한 고성능화, 경박단소화 추세에 따라 다양한 반도체 소자들을 패키지 인쇄회로기판 내부에 실장시킴으로써 신호지연의 감소와 패키지의 면적 감소를 이룰 수 있는 칩 내장 기판형반도체 패키지(Chip in Substrate, CiS) 기술 개발이 활발히 이루어지고 있다. 인쇄회로기판의 상·하부에 입출력 단자를 가지는 칩 내장 기판형 반도체 패키지 구현을 위해서는 실장된 칩 상부의 인쇄회로기판 내 절연층을 통해 전도성 비어형성을 이용한 회로 상·하부 간의 연결 기술이 필요하다. 그러나 절연 기판과 전도성 Cu 금속층 사이의 계면 접착력은 매우 낮아 집적 공정이 어려울 뿐만 아니라, 실제 사용 조건에서의 장기간 신뢰성을 보장하기 어려운 문제가 있는 실정이다. 따라서 칩 내장 기판형 반도체 패키지 내 금속 전도성 비어의 우수한 계면 접착력 확보를 위해 건식 및 습식 표면 개질전처리를 통한 다양한 계면 접착력 향상 방안이 제시되고 있다.

따라서 본 연구에서는 Ar/O₂ 이온빔 전처리에 따라 스퍼터 증착된 Cu 박막과 FR-4 기판 사이의 박리 강도를 90° 필 테스트 방법을 통해 정량적으로 평가하였다. Ar/O₂ 이온빔 전처리에 의해 필 강도는 증가하는 거동을 나타내었다. 이온빔 전처리 조건과는 무관하게 기판의 표면 거칠기가 일정한 것으로 보아 스퍼터 증착된 Cu 박막과 FR-4 기판 사이의 계면 접착 기구는 기계적 고착 효과보다 계면에서의 화학적 결합 상태 변화가 주요 인자로 기여하는 것을 알 수 있다. Ar/O₂ 이온빔 전처리는 FR-4기판 표면과 O₂ 이온의 반응을 통해 C와 O 원자간 결합을 증가시켰으며, 이는 스퍼터 증착된 Cu 박막과 FR-4 기판 사이의 강한 화학적 결합 효과를 유발하여 필 강도를 증가시킨 것으로 생각된다.

Keywords: Adhesion, Peel test, Ion-beam treatment, Copper, FR-4

3D IC 패키징을 위한 열처리 효과에 따른 Cu-Cu 접합부의 계면 특성 평가

장은정, Sarah Pfeiffer*, Bioh Kim*, Thorsten Matthias*, 현승민**, 이학주**, 박영배†

안동대학교 신소재공학부; *EV Group; **한국기계연구원
(ybpark@andong.ac.kr†)

3차원 집적회로 접합기술을 위한 Cu 웨이퍼를 직접 접합한 후 4 점굽힘실험(4-point bending test)을 통하여 정량적인계면접착에너지를 평가하였다. 전처리 공정인 Cu 산화막 제거공정 없이 415°C에서 열 압착 접합을 공정 후 Cu 접합층의 단면 미세구조를 관찰하여 접합정도를 평가하였고, 시험편을 대기압10⁻⁶ Torr의 고 진공 분위기에서 200°C, 300°C, 400°C, 500°C 각각에서 1시간동안 열처리 후 4 점굽힘실험을 통해 후속 열처리 조건에 따른 계면접착에너지 거동을 평가하였다. 실험 결과 10.4 J/m²이상의 매우 높은 계면접착에너지를 얻을 수 있었고 Cu와 SiO₂ 사이 계면에서 박리가 발생했다. 후속열처리 결과 300°C까지는 열처리 분위기에 상관없이 계면접착에너지의 변화가 크지 않았지만, 400°C 이상에서는 열처리 분위기에 따른 산소공급여부가 계면접착에너지 저하에 매우 큰 영향을 미침을 알 수 있었다.

Keywords: Interfacial adhesion energy, 4 point bending test, Cu-Cu direct bonding, post annealing