

무전해및전해 도금법으로 제작된 ACF 접합용 니켈 범프 특성에 관한 연구

진경선 · 이원종*

한국과학기술원 신소재공학과

A Study on the Characterization of Electroless and Electro Plated Nickel Bumps Fabricated for ACF Application

Kyoung-Sun Jin and Won-Jong Lee*

Dept. of Materials Science and Engineering, KAIST, Gusung-dong, Yuseong-gu, Daejeon, R.O.Korea

초 록: 이방성 전도필름(ACF) 접합에 사용되는 니켈 범프를 무전해 및 전해 도금법으로 제작한 다음, 이 범프들의 기계적 특성과 충격안전성을 압축시험, 범프전단시험, 낙하충격시험을 통하여 연구하였다. Nano indenter를 이용한 압축시험에서 얻은 하중-변형량 데이터를 변환시켜 니켈범프의 응력-변형량 곡선을 구하였다. 전해 니켈 범프는 무전해 니켈 범프에 비해 매우 작은 탄성한계응력과 탄성계수를 나타냈었다. 무전해 니켈 범프의 탄성한계응력과 탄성계수가 각각 600-800MPa, 9.7×10^{-3} MPa/nm인 반면 전해 니켈 범프의 경우에는 각각 70MPa, 7.8×10^{-4} MPa/nm이었다. 범프전단 시험에서 무전해 니켈 범프는 소성변형이 거의 일어나지 않고 낮은 전단하중에서 범프가 패드 층에서 튀기듯이 떨어져 나간 반면 전해 니켈 범프는 큰 소성변형을 일으키며 범프가 잘려나갔으며 높은 전단하중을 보여주었다. 낙하충격시험 결과 ACF 플립칩 방법으로 본딩한 무전해 및 전해 범프 모두 높은 충격 신뢰성을 보였다.

Abstract: Nickel bumps for ACF(anisotropic conductive film) flip chip application were fabricated by electroless and electro plating and their mechanical properties and impact reliability were examined through the compressive test, bump shear test and drop test. Stress-displacement curves were obtained from the load-displacement data in the compressive test using nano-indenter. Electroplated nickel bumps showed much lower elastic stress limits (70MPa) and elastic moduli (7.8×10^{-4} MPa/nm) than electroless plated nickel bumps (600-800MPa, 9.7×10^{-3} MPa/nm). In the bump shear test, the electroless plated nickel bumps were deformed little by the test blade and bounded off from the pad at a low shear load, whereas the electroplated nickel bumps allowed large amount of plastic deformation and higher shear load. Both electroless and electro plated nickel bumps bonded by ACF flip chip method showed high impact reliability in the drop impact test.

Keywords: Ni bump, electroless plating, electro plating, ACF, compressive test

1. 서 론

전자 패키징에서 칩을 접속하기 위한 대표적인 방법으로서 와이어 본딩(wire bonding), TAB(tape

automated bonding), 그리고 플립칩 본딩(flip chip bonding)이 있다. 그 중 칩과 기판을 마주 보는 상태로 연결하는 플립칩 본딩이 우수한 전기적, 열적 특성을 보여줄 뿐 아니라 패키지의 크기를 축

*Corresponding author
E-mail: wjlce@kaist.ac.kr

소시키고 I/O count를 증가시키는데 효과적이기 때문에 최근 들어 널리 쓰이기 시작했다. 플립칩 패키지에서 솔더를 사용해 칩간 접합을 하는 방식 외에, 전도성 입자가 포함된 접착 필름인 이방성 전도필름(anisotropic conductive film, ACF)을 이용하여 칩을 결합시키는 방식이 최근 들어서 널리 사용되고 있다.^{1,2)} ACF 접합방식에서는 UBM층 위에 형성된 금속 범프와 전도성 입자가 포함된 접착 필름간의 상하 압착으로 이루어지므로 전기적 연결은 z-축으로만 가능하다.

금속 범프를 형성하는 방법으로는 무전해 니켈 도금법(electroless Ni plating)이 많이 사용되는데, 이는 무전해 니켈 도금법은 진공 증착 법에 비해 저렴한 비용, 비교적 빠른 증착 속도, 알루미늄(Al) 배선위에만 증착되는 선택성 등의 장점을 가지고 있기 때문이다.^{3,4)} 알루미늄 패드 표면에 형성된 산화막이 니켈 도금층이 형성되는 것을 방해하기 때문에 무전해 니켈 도금을 하기 위해서는 알루미늄 표면의 산화층을 제거하는 zincation 전처리 과정이 필요하다. 그런데 zincation공정을 거쳐 형성시킨 무전해 니켈 범프는 알루미늄층 소모에 의한 알루미늄 패드와의 접착력이 약해져서 범프가 패드에서 떨어져 나가는 신뢰성의 문제가 발생할 수 있다고 보고되고 있다.⁵⁾ 이러한 신뢰성 문제는 범프 크기가 감소할수록 심각해 질것으로 예상된다.

전해 도금법(electroplating)⁶⁾에 의한 범프 제작은 무전해 도금법에 비하여 공정단계가 많고 공정비가 높은 단점이 있다. 그러나 원하는 미세 피치의 범프 형성이 가능하고 무전해 도금법보다 증착속도가 빠르며, zincation 처리 과정 대신 알루미늄 패드위에 접합층으로 타이타늄(Ti) 박막과 씨앗층(seed layer)으로 니켈 박막을 스퍼터링법으로 증착시켜 사용하면 알루미늄 패드의 오염 및 손상이 없기 때문에 무전해 니켈보다 더 우수한 접합 신뢰성을 가질 것으로 생각된다. 현재까지 ACF 접합방식에서 무전해 니켈 범프의 연구가 주로 이루어져 왔고 전해 니켈 범프에 대한 연구는 거의 보고되고 있지 않다.

본 연구에서는 여러 가지 증착조건하에서 무전해 도금 및 전해 도금법으로 니켈 범프를 제조한 다음, 이 니켈 범프들의 기계적 특성을 비교분석하였다. 미세압축시험(micro-compressive test) 및 범프전단시험(bump shear test)를 통하여 범프의

기계적 물성을 비교하였고 ACF 접합의 신뢰성을 평가하기 위하여 낙하충격시험(drop impact test)도 수행하였다.

2. 실험 방법

무전해 니켈도금 제작을 위해서 알루미늄 패드를 형성시킨 후 알루미늄 표면을 3M의 NaOH와 10 g/l의 ZnO를 기반으로 제조한 zincation 용액에 10초 및 12초간 double zincation 처리를 하였다. 무전해 도금액은 니켈원으로서 황산니켈을 그리고 환원제로는 차아인산염(NaH_2PO_2)을 사용하였으며 pH는 NaOH와 H_2SO_4 로 조절하였다. 본 실험에서는 도금액의 pH는 4.9, 5.6, 6.3 그리고 도금액의 온도는 70, 80, 90°C으로 변화시켜가면서 무전해 도금을 행하였다. 전해 니켈도금 제작을 위해서는 알루미늄 패드 위에 접합층으로서 타이타늄 막과 전해도금 씨앗층으로 니켈 박막을 스퍼터링법으로 증착한 다음 니켈 전해도금막을 형성시켰다. 전해도금시 사용된 전해액의 구성은 다음과 같다: $\text{Ni}(\text{SO}_3\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 270g/l, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 5g/l, H_3BO_3 30 g/l. 니켈 전해도금 시 도금액의 온도는 55°C로 일정하게 유지시켰으며, pit이 형성되지 않도록 충분한 교반을 수행하였다. 도금변수로서 전류밀도를 10, 20, 30, 40 mA/cm^2 로 변화시키면서 전해도금을 진행하였다. 일정한 형태의 금속 범프를 무전해 및 전해도금법으로 제작하기 위하여 후막도금틀을 사용하였다. 21 μm 두께의 PR을 도포한 후 100 $\mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ 의 정사각형 형태로 패터닝한 다음 금속 범프를 형성시켰다. Fig. 1에 3차원 형상

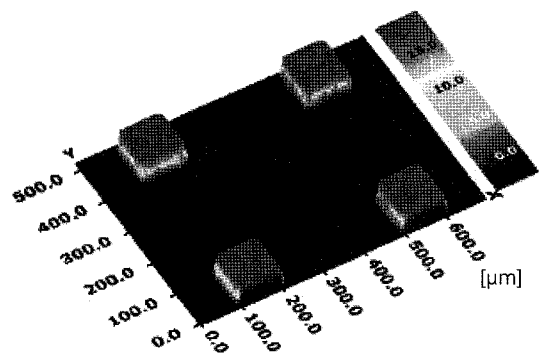


Fig. 1. 3D image of Ni bump

측정기로 측정 한 100 $\mu\text{m} \times 100 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$ 의 완성된 니켈범프의 이미지를 나타내었다.

도금 조건 변화에 따른 범프의 물성 특성을 측정하기 위하여 nano-indenter를 이용하여 압축시험을 수행하였다. Nano-indenter를 이용하면 재료 표면의 압축특성을 빠른 시간에 편리하게 분석할 수 있지만, 압자 하부의 변형이 위치에 따라 일정하지 않으며 위치에 따라 각기 다른 탄/소성 변형이 발생하므로 시험재료의 압축응력(stress)을 알기 어려운 문제점이 있다. 본 연구에서는 구형의 압자를 사용할 경우 압축하중(load)으로부터 압축응력을 용이하게 환산하는 방법을 개발하였으며, 이 방법을 이용하여 반경 500 μm 의 구형 압자를 사용하여 최대하중 450 mN까지 압축하중을 가하면서 압입깊이에 따른 압입하중의 변화 데이터를 얻은 다음 이를 압입깊이에 따른 압축응력으로 변환시켰다.

무전해 도금으로 제작한 니켈 범프와 전해 도금법으로 제작한 니켈 범프의 전단특성 및 기판과의 접합 강도를 비교하기 위하여 범프전단시험을 수행하였다. 시편을 범프전단시험기 그림에 고정시킨 후 stylus tip을 범프의 뒷면 일정한 높이에 위치시킨 후 정해놓은 속도로 범프를 전단시키면서 이때 tip에 가해지는 하중을 기록하였다. 범프전단 시험 조건은 다음과 같다: [전단 위치] 범프 하단으로부터 각기 2, 7 및 10 μm , [전단 속도] 50 $\mu\text{m/s}$.

본 연구에서 제작한 니켈 범프의 ACF 접합의 기계적 신뢰성을 시험하기 위하여 낙하충격시험을 수행하였다. 무전해 및 전해 도금으로 제작한 범프를 daisy-chain으로 패턴된 test board에 ACF 접합시켜 낙하충격시험 시편을 제작하였다. ACF 접합조건은 다음과 같다: [Pre-bonding] 온도 80°C, 압력 60N, 시간 3s, [Final bonding] 온도 180°C, 압력 100N, 시간 15s. 시편을 patterned chip이 아랫방향으로 오도록 하여 board의 모서리에 나사로 고정시킨 후 전기적 신호가 전달 될 수 있도록 전선을 납땜으로 연결하였다. 실험조건은 충격가속조건을 2500G로 세팅하고 drop table을 일정 높이까지 올린 후 자유 낙하시켜 시편에 충격을 주었다. 낙하충격시험을 진행시키면서 시편의 저항 값의 변화를 측정하게 되는데, 이 저항 값이 임계치 이상 올라가면 접합파괴(failure)가 발생한 것으로 간주하여 실험을 중단하였으며, 최대 400회까지 낙

하충격시험을 수행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

무전해 니켈 도금 변수로서 도금욕의 온도와 pH의 두 가지를 설정하였다. 온도의 증가에 따라 도금막의 증착속도가 증가하며, 온도의 역수 값에 비례하여 도금속도가 지수함수적으로 변함을 볼 수 있었다. 온도의 역수 값에 따른 도금막 증착속도의 로그 값을 도시한 Arrhenius plot이 직선으로 나타났으며 그 직선의 기울기로부터 얻은 활성화 에너지(E_a)는 37kJ/mol로 나타났다. 이 값은 Ni^{2+} 이온이 Ni로 환원되는데 필요한 에너지에 해당된다. 또한 pH가 증가함에 따라 도금속도가 증가함을 볼 수 있었는데 이는 pH 증가에 따라 차아인산 이온의 환원능이 증가하기 때문이다. 차아인산염을 환원제로 사용하여 제조한 무전해 니켈막에는 인(P)이 함유되게 되는데, 도금막의 P의 함량은 도금액의 pH에 영향을 받는다. Fig. 2에서 EDS로 분석한 도금용액의 pH에 따른 무전해 니켈막내의 P 함량을 나타내었다. pH가 4.9에서 6.3으로 증가함에 따라 도금막 내의 P의 양은 10wt%에서 6wt%로 감소하였다. pH가 증가함에 따른 P의 양이 감소하는 이유는 H^+ 이온의 감소로 인해 니켈의 환원 속도 증가와 OH^- 이온의 증가로 인한 P의 생성 반응의 저하로 설명될 수 있다. 도금욕의 pH에 따른 도금막의 전기비저항을 4탐침법(4-point probe)을 이용하여 측정하였고 이를 Fig. 2에 같이 나타내었다. pH 증가에 따라 도금막의 전기비저

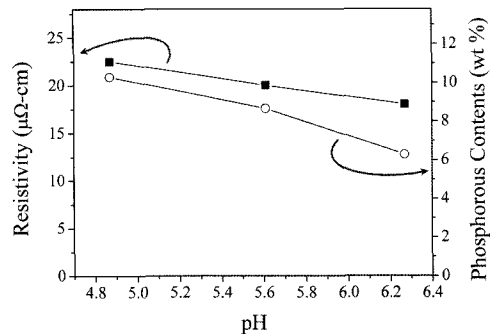


Fig. 2. Phosphorus contents and resistivity of Ni films deposited by electroless plating as a function of pH in the plating bath.

항이 감소하는데 이는 도금층내에서 전도전자의 산란원으로 작용하는 불순물 P의 양이 감소하기 때문으로 분석된다. pH 변화에 따른 도금막의 결정특성을 XRD로 분석한 결과, pH 값이 감소할수록 즉 도금막내의 P의 함량이 증가할수록 회절피크가 넓어지는 비정질특성이 강해짐을 확인할 수 있었다.

전해 니켈 도금 변수로서 전류밀도를 설정하였다. 도금막의 성장속도는 전류밀도에 따라 선형적인 비례관계를 보임을 볼 수 있었다. 전해 도금된 니켈막을 EDS로 분석한 결과, 전류밀도 조건에 상관없이 전해 도금막내에 Ni을 제외한 다른 불순물의 존재는 측정되지 않았다. 전해니켈 도금막의 비저항을 4탐침법으로 측정한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 전류밀도 증가에 따라 도금막의 전기비저항이 증가되었는데 이는 증착속도 증가에 따른 도금막내의 결함의 증가 때문으로 추정된다.

재료의 기계적 특성 중 가장 기본적인 특성이 인장 또는 압축특성이다. 그런데 일반적인 방법으로는 크기가 매우 미세한 범프의 인장/압축 특성을 측정할 수 없다. Nano-indenter는 재료표면의 미세 hardness 측정 장치인데, 본 연구에서는 이 장치를 이용하여 가로, 세로 각 100 μm , 높이 20 μm 의 형태로 제작한 미세범프의 압축응력특성을 측정하고자 하였다. 압입하중을 인가할 경우 재료표면에는 탄성변형과 소성변형 모두 발생하는데, nano-indenter를 사용할 경우 압입위치에 따라 압입깊이가 각기 다르며 탄성/소성 변형량 및 압축하중도 압입위치에 따라 각기 다르게 나타난다. 따라서

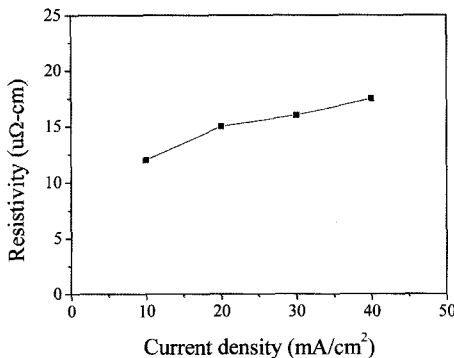


Fig. 3. Resistivity of Ni films deposited by electro plating as a function of current density.

압자의 압입깊이에 따라 외부에서 측정되는 전체 하중은 이러한 복합적인 압축하중의 집합적인 결과이므로, 이 결과를 재료의 일반적인 압축응력으로 환산할 필요가 있다. 반경 R의 구형 압자를 이용하여 압축실험을 진행 할 경우 압력이 가해지는 재료 표면의 형태는 반경 r의 원형이며 그 면적(S)은 압입깊이 즉 변형량(x, displacement)과 다음과 같은 관계가 된다: $S=2\pi Rx$. 본 연구에서 사용한 구형 압자는 반경이 500 μm 이고 최대압입깊이는 1 μm 미만인데, 이 때 $x/r < 0.03$ 으로 매우 작으므로 하중 인가 시 범프표면에 가해지는 힘은 수직방향으로만 작용한다고 가정해도 무방하다. 구형압자의 경우 하중이 가해지는 면적 S가 깊이 x에 비례하므로, 계산상의 편의를 위해서 원구 형태의 압자 대신 삼각기둥 모양의 압자로 대체해서 계산해도 마찬가지이다. 이 압자가 범프를 깊이 x까지 변형시킨 상태에서 Δx 만큼 더 변형시킬 때 압자가 한 일(W)은 Fig. 4에서 진한회색으로 표시한 면적에 해당되는 변형에너지이므로, W는 압자가 가하는 하중(L, load)과 변형량에 따른 응력(σ , stress)으로 다음과 같이 표현된다.

$$W(x) = L(x) \cdot \Delta x = \int_0^{\Delta S} \sigma(x) \cdot \Delta S dx,$$

여기서 $\sigma(x)$ 는 변형량x에서의 니켈범프의 응력이며, ΔS 는 수직변형량이 Δx 만큼 증가할 때 압입되는 범프표면적의 증가량을 의미한다. 따라서 압입하중(L)은 다음과 같이 된다.

$$L(x) = \int_0^{\Delta S} \sigma(x) \cdot \frac{\Delta S}{\Delta x} dx$$

그런데 $S = 2\pi Rx$ 즉 $\Delta s/\Delta x = 2\pi R$ 이므로,

$$L(x) = 2\pi R \int_0^{\Delta S} \sigma(x) dx$$

따라서 변형량에 따른 응력은 측정된 하중(L)을 미분함으로써 구할 수 있다.

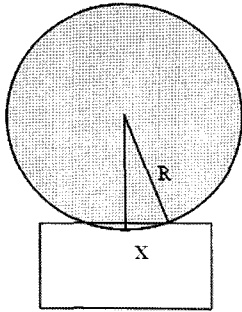
$$\sigma(x) = \frac{1}{2\pi R} \cdot \frac{dL(x)}{dx} \quad (1)$$

만약 모든 변형이 완전 탄성영역에서 이루어졌다면, $\sigma(x) = Yx$ (이때 Y는 탄성계수)로 표현될 수 있으므로 이때 하중(L)은 다음과 같이 된다.

$$L(x) = 2\pi R \int_0^x \sigma(x) dx = 2\pi R \int_0^x Yx dx = \pi R Y x^2 = \pi R \sigma(x)x$$

따라서 탄성영역에서의 변형량이 따른 응력은 다음과 같이 될 것이다.

$$\sigma(x) = \frac{1}{\pi R} \cdot \frac{L(x)}{x} \tag{2}$$



$$S = \pi r^2 = 2\pi R x \quad (x \ll R)$$

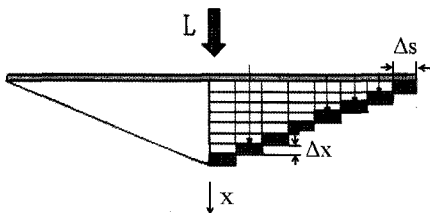
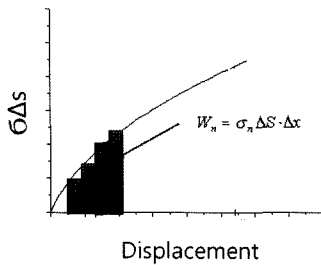
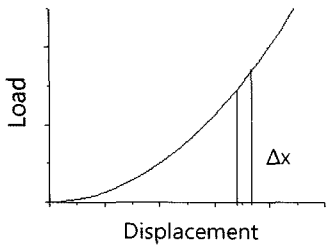


Fig. 4. Schematics to show how to get stress-displacement curve from load-displacement curve.

따라서 구형압자를 이용한 압축시험에 있어서, 변형이 발생하는 모든 위치에서의 변형이 탄성영역에서 이루어지는 진 경우에는 (1)식과 (2)식에 의한 그래프는 일치할 것이며 직선으로 나타날 것이다. 이런 현상은 nano-indenter를 이용한 압축시험 초기에 나타나게 될 것이다. 그리고 변형이 진행되어 탄성영역 외에 소성변형도 같이 진행되기 시작하면 변형강화(strain hardening) 효과에 의하여 (1)식에서 나타난 응력 값이 (2)식의 그것보다 더 크게 나타나게 될 것이다.

무전해 및 전해 도금 니켈 범프의 압축시험에서 450 mN의 하중까지 측정된 하중-변형량 실험데이터를 얻었으며, 이 데이터를 위의 (1)식을 적용해서 얻은 응력-변형량 결과를 Fig. 5에 굵은 선으로 나타내었다. 또한 탄성영역을 확인하기 위하여 (2)식에 적용하여 얻은 응력-변형량 결과도 Fig. 5에

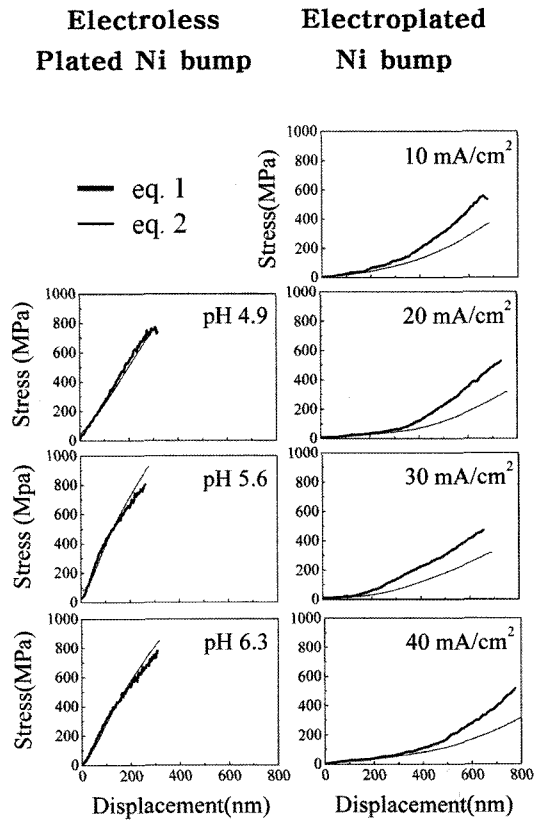


Fig. 5. Stress-displacement curves of compressive test using nano indenter for Ni bumps fabricated by electroless and electro plating.

가는 선으로 같이 나타내었다. 먼저 무전해 도금 니켈 범프의 압축응력특성을 살펴보자. pH4.9의 조건에서 형성시킨 무전해 도금은 (1)식 결과와 (2)식 결과가 거의 대부분 일치함을 볼 수 있다. 이는 주어진 실험범위에서 즉 800MPa의 응력까지도 탄성영역을 유지하고 있음을 의미한다. pH가 5.6 및 6.3의 경우에는 (1)식과 (2)식 결과가 대부분 일치하나 pH4.9의 경우에 비해 탄성영역이 약간 감소하고 소성화화가 약간 더 빨리 시작함을 볼 수 있다. 탄성영역에서의 기울기로 부터 탄성계수(Y)를 측정해 보면 pH값에 상관없이 약 $9.7 \times 10^{-3} \text{MPa/nm}$ 의 값을 보이고 있다. 다음으로 전해 도금 니켈 범프의 압축응력 특성을 살펴보면, 전해도금 범프는 무전해 도금 범프와 달리 (1)식에 의한 결과와 (2)식의 결과가 일치하는 구간이 초기변형을 일으키는 부분에서만 일치하고 대부분 영역에서 서로 차이가 벌어지는 거동을 보였다. 이는 탄성영역 구간이 작음을 의미한다. 전해 도금 범프는 탄성 변형 한계응력은 약70MPa로서 무전해 도금 범프에 비해 매우 작으며 작은 응력에도 큰 변형이 발생하였다. 또한 탄성변형 영역으로부터 측정한 탄성계수 값은 전해 도금 시의 전류밀도 조건에 상관없이 약 $7.8 \times 10^{-4} \text{MPa/nm}$ 으로 나타났는데 이 값은 무전해 도금 범프의 탄성계수 값에 비하여 12분의 1에 해당하는 매우 작은 값을 보이고 있다. 이처럼 전해도금 범프의 연성이 큰 이유는 무전해 도금범프와 달리 P와 같은 불순물이 없는 순수한 니켈 범프이기 때문이다. 전해도금의 증착변수인 전류밀도가 압축응력 특성에 미치는 영향은 별로 크게 나타나지 않았으나, 전류밀도가 증가할수록 재료의 연성이 약간씩 증가하는 경향을 보였다.

가로, 세로 각 100 μm , 높이 20 μm 의 형태로 제작한 무전해 및 전해 니켈 범프의 전단시험한 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 무전해 도금 범프로 제조된 범프의 전단강도가 작게 나타났으며 작은 변형 후에 범프가 패드층으로부터 튕겨 나가듯이 탈착되었다. 반면에 전해도금 범프는 전단강도가 무전해 도금 범프에 비해 2배 이상 크며, 범프가 완전히 전단되기까지 전혀 탈착이 일어나지 않거나 혹은 탈착이 일어나더라도 탈착 전까지 매우 큰 소성변형이 발생하였다. 이 현상은 앞서 시행한 압축시험 결과에서 얻은 범프의 기본적인 물성 차이로 설명할 수 있다. 무전해 니켈 범프는 전해니

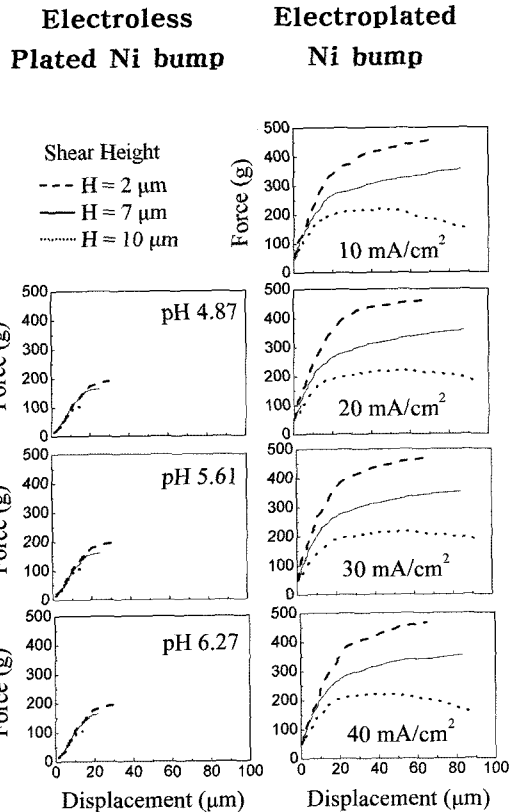


Fig. 6. Load-displacement curves of bump shear test for Ni bumps fabricated by electroless and electroplating.

켈 범프에 비해 탄성계수 및 소성응력이 매우 큰 재료이므로, 전단시험시 범프의 소성변형을 거의 일으키지 않으며 대신 범프에 가해진 전단하중이 범프와 패드와의 계면에 전단응력이 강하게 작용하게 됨으로써 작은 하중에도 범프의 탈착이 발생하게 된다. 특히 범프 바닥으로부터의 전단높이(H)가 높을 경우 힘의 작용점이 높아져서 토크가 더 크게 작용하므로 범프의 탈착이 더 빨리 발생하게 된다. 연성이 높은 전해도금 니켈 범프의 경우에는 전단하중이 가해졌을 때 범프에 소성변형이 발생하여 범프와 패드사이의 계면에 걸리는 전단응력을 완화시켜주므로 범프의 탈착이 잘 발생하지 않게 된다. 전해도금 니켈 범프의 경우에는, 무전해 도금 니켈 범프와는 반대로, 전단높이가 낮을수록 범프의 탈착이 더 빨리 발생하게 된다. 이는 소성변형의 부피가 증가함으로써 가공경화

(stain hardening) 효과가 더 크게 나타나기 때문으로 판단된다.

ACF 본딩된 시편을 낙하시험기(drop tester)에 고정시켜서 일정 높이에서 자유낙하 시키는 낙하충격시험을 수행하였다. 2500G의 충격가속조건의 실험에서 회로의 저항이 급격히 커지거나 open circuit이 발생할 때를 파괴시점으로 정의하였다. 본 연구에서는 pH를 달리하여 제작한 무전해 도금 범프시편들과 전류밀도를 달리하여 제작한 전해도금 범프시편들 모두의 경우에서 400회까지의 낙하충격시험에서 저항 상승이나 open circuit이 발생하지 않았다. 따라서 무전해 및 전해 범프 모두 충격신뢰성이 매우 우수함을 알 수 있었다.

4. 결 론

ACF 접합에 사용되는 니켈 범프를 무전해 및 전해 도금법으로 제작하여 범프와 도금막의 기계적 특성 및 접속 신뢰성 등을 연구하였다. 구형 압자를 이용한 압입시험으로부터 얻은 하중-변형량 데이터를 변환시켜 도금조건에 따른 니켈범프의 응력-변형량을 구하였다. 전해 니켈 범프는 무전해 니켈 범프에 비해 매우 작은 탄성계수와 낮은 소성응력을 나타냈었다. 무전해 니켈 범프의 경우 탄성한계응력과 탄성계수가 각각 600-800MPa, 9.7×10^{-3} MPa/nm인 반면 전해 니켈 범프의 경우에는 각각 70MPa, 7.8×10^{-4} MPa/nm이었다. 범프 전단 시험시 무전해 니켈(Ni-P) 범프는 소성변형이 거의 일어나지 않고 낮은 전단하중에서 범프가 패드층에서 튕기듯이 떨어져 나갔다. 반면에 전해 니켈 범프는 큰 소성변형을 일으키며 범프가 잘려나갔으며 최대전단하중도 무전해 도금 범프에 비해

약 2배 이상의 값을 보였다. 2500G의 충격으로 400회까지의 낙하충격시험 결과 무전해 및 전해 범프 모두 충격에 의한 파괴가 발생하지 않았으며 높은 충격신뢰성을 보였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구사업(과제번호:R01-2003-000-11670-0)과 우수연구센터(ERC) 전자패키지재료연구센터(CEPM)(과제번호: R11-2000-085-08004-0)의 지원으로 수행된 연구이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. S. M. Chang *et al.*, "Characteristic study of anisotropic-conductive film for chip-on-film packaging", *Microelectron. Reliab.*, 41(12) 2001(2001)
2. J. W. Kim *et al.*, "Effect of bonding force on the reliability of the flip chip packages employing anisotropic conductive film", *Mat. Sci. Eng. A*, 452-453, 267 (2007)
3. J. F. Rohan and G. O'Riordan, "Characterisation of the electroless nickel deposit as a barrier layer/under bump metallurgy on IC metallisation", *Microelectron. Eng.*, 65(1-2), 77(2003)
4. K. L. Lin and J. W. Chen, "Wave soldering bumping process incorporating electroless nickel UBM", *IEEE T. Compon. Pack. T.*, 23, 143(2000)
5. G. Qi *et al.*, "Influence of bath chemistry on zincate morphology on aluminum bondpad", *Thin Solid Films*, 406, 204(2002)
6. G. A. Di Bari, "Electrodeposition of Nickel", *Modern Electroplating 4th ED.*, M. Schlesinger and M. Paunovic, p.139, John Wiley & Sons Inc., New York (2000)