

## Cu/buffer layer/polyimide 시스템에서 Cr, 50%Cr-50%Ni 및 Ni 버퍼층에 따른 접착력 및 계면화학

김명한<sup>†</sup>

충북대학교 공과대학 신소재공학과

## Adhesion Strength and Interface Chemistry with Cr, 50%Cr-50%Ni or Ni Buffer Layer in Cu/buffer Layer/polyimide System

Myung Han Kim<sup>†</sup>

Department of Materials Engineering, Chungbuk National University, 12 Gaesin-dong, Cheongju 361-763, Korea

(2008년 12월 30일 접수 : 2009년 1월 28일 최종수정 : 2009년 2월 17일 채택)

**Abstract** In the microelectronics packaging industry, the adhesion strength between Cu and polyimide and the thermal stability are very important factors, as they influence the performance and reliability of the device. The three different buffer layers of Cr, 50%Cr-50%Ni, and Ni were adopted in a Cu/buffer layer/polyimide system and compared in terms of their adhesion strength and thermal stability at a temperature of 300 °C for 24hrs. A 90-degree peel test and XPS analysis revealed that both the peel strength and thermal stability decreased in the order of the Cr, 50%Cr-50%Ni and Ni buffer layer. The XPS analysis revealed that Cu can diffuse through the thin Ni buffer layer (200Å), resulting in a decrease in the adhesion strength when the Cu/buffer layer/polyimide multilayer is heat-treated at a temperature of 300 °C for 24hrs. In contrast, Cu did not diffuse through the Cr buffer layer under the same heat-treatment conditions.

**Key words** Cr(Ni) buffer layer, polyimide, adhesion strength, thermal stability.

### 1. 서 론

폴리이미드는 우수한 열적, 화학적 안정성, 낮은 유전 상수 및 우수한 성형성 등을 보유하고 있어 새로운 층간 절연막으로서 연성기판(flexible PCB)<sup>1,2)</sup>의 주요한 소재로 등장하고 있다. 이러한 폴리이미드는 배선재료로서 Cu 박막을 코팅하여 사용하는데 이때 폴리이미드와 Cu 배선사이에 접착력이 매우 낮아 사용중 박리의 가능성이 있어 이를 적용한 전자부품의 신뢰성에 문제가 된다. 폴리이미드 계면을 플라즈마<sup>3)</sup>나 이온빔<sup>4,5)</sup> 등을 이용하여 개질시켜 폴리이미드 계면을 Cu 박막과 잘 결합시키도록 활성화시키는 방법이 이러한 문제를 해결하는 한 수단이고 또 다른 방법은 폴리이미드와 Cu 박막 사이에 폴리이미드와의 결합력이 Cu보다 훨씬 우수한 버퍼금속박막을 적용시키는 것이다. 폴리이미드와 Cu 박막사이에 버퍼층으로서 Cr, Ni, Ti, Al 등 여러 금속박막이 연구된 바 있으며<sup>6,7)</sup>, 이러한 버퍼금속박막의 도입은 폴리이미드와 Cu 박막사이의 결합력을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 폴리이미드에 대한 Cu 박막의 확산속도가 비교적

커서 장기간 사용 시 폴리이미드의 절연특성을 훼손시킬 위험<sup>8)</sup>을 방지하는 이중효과도 기대할 수 있다.

기존 버퍼층 소재로 널리 실용화되고 금속박막은 Cr-Ni 합금으로 이러한 폭넓은 실용화에 비해 이 합금버퍼층을 적용시 폴리이미드 계면에서의 계면화학 및 접착력에 관하여는 많은 연구 발표가 없는 상황이다. 그리하여 본 연구에서는 Cr-Ni 합금박막 버퍼층으로 50%Cr-50%Ni 합금조성을 적용시키고 이에 따른 폴리이미드계면과의 계면화학 및 접착력을 XPS 및 필강도측정기(peel strength tester: Testometric사 M350-5KN)에 의해 분석하였다. 아울러 50%Cr-50%Ni 합금을 구성하고 있는 Cr 및 Ni 개별 금속박막의 폴리이미드 계면과의 계면화학 및 접착력도 상호 비교 분석함으로써 이들 금속이 단독 상태로 있을 때와 합금상태로 존재할 때 폴리이미드 계면과의 계면화학, 접착력에 미치는 변화 및 열적안정성을 비교 분석하고자 하였다.

### 2. 실험 방법

기판으로는 50 μm 두께의 PMDA-ODA(Pyromellitic Dianhydride - Oxy Dianiline : DuPont Kapton E)계열의

<sup>†</sup>Corresponding author

E-Mail : myunghan@cbucc.ac.kr (M. H. Kim)

10×50 mm 크기의 폴리이미드가 사용되었고, 기관 표면의 불순물 및 수분제거를 위해 에틸알코올에 넣어서 초음파 세척기로 30분간 세척 후 진공상태( $10^{-6}$  torr)에서  $50^{\circ}\text{C}$  로 30분 동안 유지시킨 후 사용되었다. 이 폴리이미드 기관위에 Cr, 50%Cr-50%Ni 또는 Ni 버퍼층과 Cu 박막층 증착을 위해 dc 마그네트론 스퍼터링 시스템이 사용되었다. 여기서, 직경 50 mm의 시드층(seed layer) 증착용 구리(99.99%Cu) 타겟을 우측에 버퍼층 증착용 크롬(Cr), 니켈(Ni), 합금(50%Cr-50%Ni) 타겟을 좌측 스퍼터건에 교대로 장착하여 증착하였다. 기관의 온도는 상온으로 유지하였으며, 버퍼층의 증착을 위해 스퍼터링 장비 챔버내의 시편 위치대에 미리 준비된 폴리이미드 시편을 넣은 후 진공도를 초기진공 약  $5 \times 10^{-2}$  torr까지 이르도록 해주었다. 그리고 로터리펌프와 터보펌프를 사용하여 고진공인  $1 \times 10^{-6}$  torr 이하에 이르도록 펌핑한 후에 기관의 불순물 및 산소를 완전히 제거하고 또한 접착력을 좋게 하기 위해서 30분간 유지시켜 주었다. 이후 Ar을 10sccm의 유량으로 흘려주면서 챔버내 작업진공을  $1 \times 10^{-3}$  torr를 유지하며 30분간 자유스퍼터링한 후에 Cr, 50%Cr-50%Ni, Ni 버퍼층을 각각 200Å 두께로 증착하였고, 이때 증착속도는 Cr의 경우 0.6Å/sec, 50%Cr-50%Ni의 경우 0.8Å/sec, Ni의 경우 1.25Å/sec이었다. 이어서 시드층인 Cu를 2.3Å/sec의 증착속도로 증착하였고, Cu의 증착두께는 버퍼층과 합하여 최종두께가 3000Å가 되도록 하였다. 증착된 시편은  $90^{\circ}$  필강도시험( $90^{\circ}$  peel strength test)에 적합한 최소두께를 얻기 위해 노시안 스트라이크 동도금액을 사용하여 최종두께가 8 μm가 되도록 전해도금을 하였다.

접착력은  $90^{\circ}$  필강도시험법을 이용하여 5 Kgf의 로드셀의 하중 및 2 mm/min의 인장속도의 조건에서 측정하였고, 얻어진 필곡선(peel curve)에서 균일한 하중이 나올 때의 값을 읽은 후 시편의 너비로 이 값을 나누어 필접착강도를 각 조건별 5회 측정 후 평균치를 구하였다.

증착된 버퍼층과 Cu 박막의 두께 및 미세구조를 관찰하기 위해 고분해능 SEM을 사용하였고, buffer layer/Cu 박막층과 폴리이미드의 계면화학반응을 분석하기 위해서 필테스트 후 박리된(peeled)의 폴리이미드 계면과 버퍼층 계면에 대해 XPS(VG사의 ESCALAB 210 system) 분석을 하였다. XPS 분석을 위한 X-ray source로는 Mg K $\alpha$  (1253.6eV)를 사용하였고, 기본압력(base pressure)은  $1.5 \times 10^{-10}$  torr의 초고진공이었다.

버퍼층 금속의 종류에 따른 고온에서의 Cu/buffer layer/polyimide시스템의 열적안정성을 조사하기 위해, 상기 조건에서 제조된 Cu/buffer layer/polyimide시편을 전기로를 이용하여 대기중에서  $300^{\circ}\text{C}$ 온도에서 24시간 열처리 후  $90^{\circ}$  필강도시험법에 의한 접착력측정 및 XPS를 이용하여 계면화학상태를 비교 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 Cu/buffer layer/polyimide 시스템의 단면 분석

Fig. 1은 폴리이미드 기관 위에 Cr을 200Å의 두께로 증착한 후 기관과 수직인 방향으로 절단하여 관찰한 고분해능 SEM 사진이다. 여기서 버퍼금속박막은 기관과 수직인 방향으로 주상정 형태로 성장하고 있음을 알 수 있다. Ni과 50%Cr-50%Ni 버퍼금속의 경우에도 폴리이미드 표면 위에서 성장한 버퍼층이 Cr과 마찬가지로 주상정 형태를 보이고 있다.

폴리이미드 기관 위에 버퍼금속을 증착한 후 이 위에 시드층으로서 Cu를 2800Å 두께로 증착하였으며 계속하여 이 Cu 시드층 위에 전해도금에 의해 총 8 μm두께까지 Cu 전기도금을 실시한 후 횡단면을 SEM에 의해 관찰하였다. 여기서 Cr 버퍼층위의 Cu 시드층과 그 위의 전해도금된 Cu 층 모두 여러 버퍼층과 동일하게 주상정 형태로 성장되었다.<sup>5,9)</sup>

#### 3-2. Cu/buffer layer(Cr, 50%Cr-50%Ni, Ni)/polyimide 시스템의 계면화학

Cu/buffer layer(Cr, Cr-Ni, Ni)/polyimide 시스템에서 버퍼층 금속의 종류에 따른 계면에서의 화학적 결합상태의 변화를 조사하기 위해 XPS 분석이 이루어졌다. Fig. 2는 Cu/buffer layer(Cr, Cr-Ni, Ni)/polyimide 시스템에서 Cr, Cr-Ni 및 Ni 등 버퍼층 금속의 종류에 따른 계면의 접착력 분석을 위해 이 다층박막 시편을 필테스트한 후 시편의 폴리이미드 계면에 대한 광대역(wide-scan) XPS 스펙트럼을 보여주고 있다.

여기에서 결합에너지 287eV 부근에서 C1s 피크, 403eV 부근에서 Ni1s 피크 그리고 533eV 부근에서 O1s 피크가 나타나고 있고, 폴리이미드쪽 계면에서 버퍼층 금속

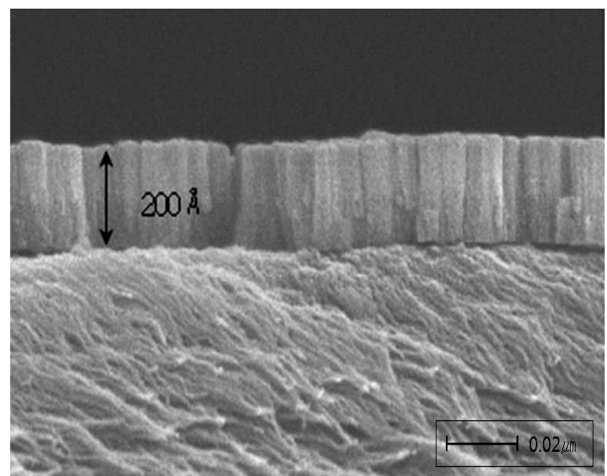


Fig. 1. Microstructure of deposited Cr thin film on the polyimide.

**Table 1.** The elemental ratios on the peeled polyimide surfaces with various buffer layers.

Buffer layer	Elemental ratio(at.%)		
	O1s	N1s	C1s
Cr	19.4	5.8	74.8
50%Cr-50%Ni	20.5	5.4	74.1
Ni	22.3	6.9	70.8

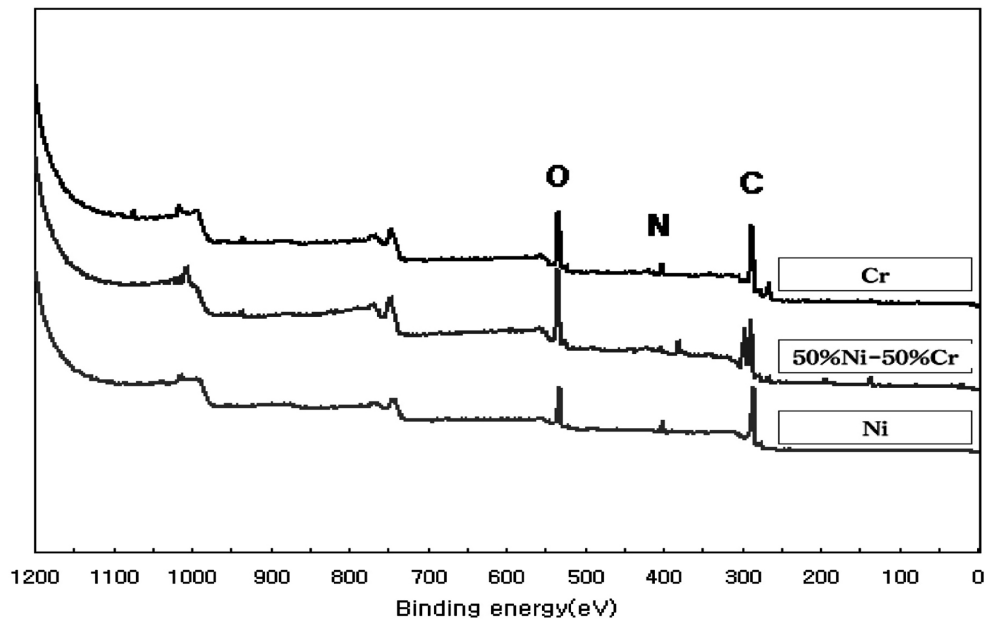
성분이나 Cu, Ni 및 Cr의 존재를 보여주는 피크(Cu:932.7eV, Ni:852.7eV, Cr:532eV)가 검출되지 않았다. 이러한 결과는 버퍼층으로 사용된 Cr, Cr-Ni, Ni 금속이 폴리이미드 내부로 Cu의 침투를 완벽히 차단시키고 폴리이미드와 계면에서 반응하여 계면의 접착력 상승에 기여하고 있음을 알 수 있다. Table 1은 Fig. 2의 광대역 XPS 스펙트럼에 나타난 C, N 및 O 원소의 상대적 조성비를 XPS에 의해 정량분석한 결과로 O 원소의 상대적 조성비가 Ni, Cr-Ni 및 Cr의 순으로 감소한 것을 알 수 있다. Cr 또는 Ni 금속은 폴리이미드 계면에서 결합본드(C=O)로 존재하는 산소와 반응하게 되는데, Ni에 비하여 산소와의 친화력이 큰 Cr의 경우 필테스트 시 더 많은 산소를 폴리이미드로부터 분리시키기 때문인 것으로 판단된다.

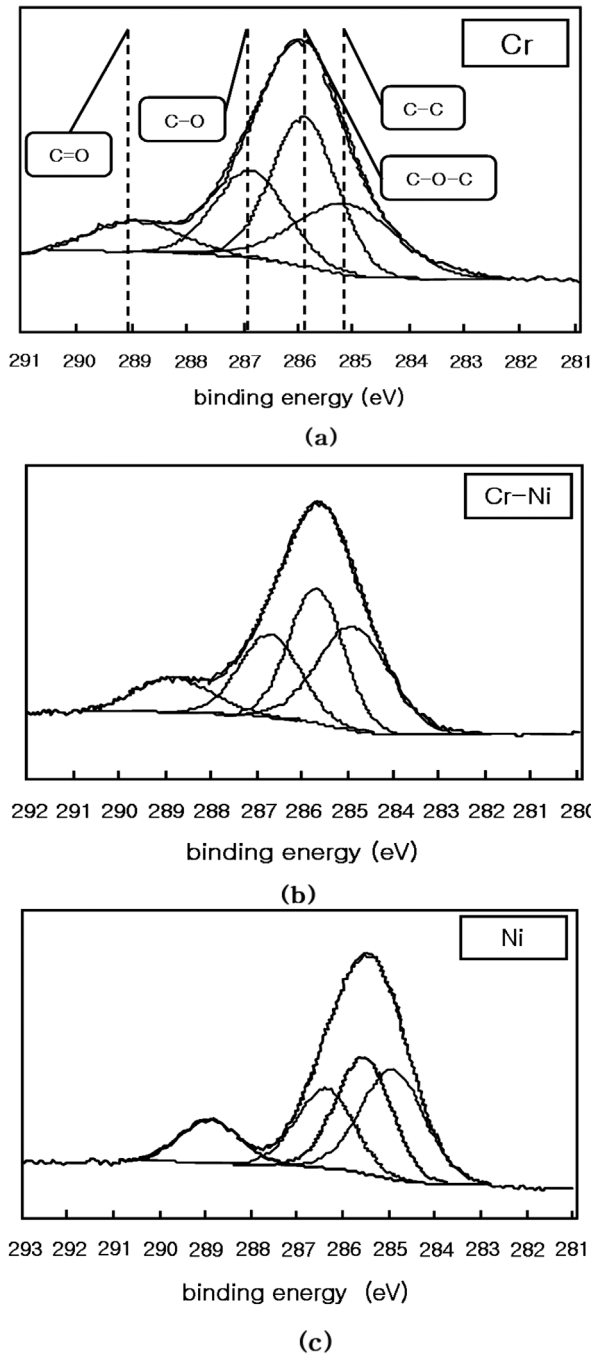
50%Cr-50%Ni 버퍼합금의 경우 Cr에 비해 O1s는 다소 많으나 Ni의 함량에 비해 그 차이가 상대적으로 크지 않고, 기타 N 및 C 원소의 상대적 조성비의 변화는 산소 조성비의 변화에 영향을 받고 있다. Fig. 3은 완전히 필테스트 후 박리된 폴리이미드 부위에서의 C1s-XPS 스펙트럼으로서, 전하영향(charge effect) 때문에 약 4eV 낮은 에너지 쪽으로 변환되었다. 284.6eV에서는 C-C,

285.6eV에서는 C-O-C 또는 C-N, 286.4eV에서는 C-O, 287.5eV에서는 아미드(amide), 288.5eV에서는 C=O의 결합을 확인할 수 있었다. Table 2는 이 C1s 피크를 정밀 피팅 하여 얻은 여러 결합본드의 상대적 조성비를 보여 주고 있다. 여기서 Cr의 경우 C=O 결합의 상대적 조성비가 가장 작고, C-O 결합의 상대적 조성비는 가장 큰 것을 알 수 있다. 산소와의 친화력이 큰 간격 Cr의 경우 폴리이미드 계면에서 폴리이미드의 C=O 결합과 반응하여 C=O 결합을 깨뜨리고, Cr-O 결합과 C-O 결합을 다수 생성시키게 하나<sup>10,11</sup>, Ni의 경우 Cr에 비해 상대적으로 산소와의 친화력이 작아, 폴리이미드 계면에서 폴리이미드의 C=O 결합과 반응하여 C=O 결합을 깨뜨리고, Ni-O 결합과 C-O 결합을 발생시키는 강도가 작다. 50%Cr-50%Ni 버퍼합금의 경우 이러한 반응의 정도는 Cr과 Ni의 중간에 있으며, C=O 결합의 상대적 조성비 결과는 이를 보여주고 있다. 한편 Cr, 50%Cr-50%Ni 및 Ni 버퍼층에 따른 C-C 결합의 상대적 조성비의 변화는 C=O결합의 변화와 같은 경향을 보여주고 있다. 즉, Cr은 Ni에 비해 더욱 용이하게 C와 반응하여 탄화물을 형성시키는 성질이 있다. 그리하여 C-C 결합을 용이하게 깨뜨려 Cr-C 결합을 생성시키게 된다. 이에 비해 Ni은 Cr에 비해 C와 친화력이 떨어지고, C-C 결합을 깨뜨려 Ni-C 결합을 생성시키는 비율이 작다.

### 3.3. 버퍼층(buffer layer) 종류에 따른 접착력 및 열적안정성

Cr, 50%Cr-50%Ni 및 Ni 세 종류의 버퍼층 금속에 따른 접착력을 측정하기 위해 90° 필테스트를 실시하였으

**Fig. 2.** The wide-scan XPS spectra on the peeled polyimide surfaces with various buffer layers.

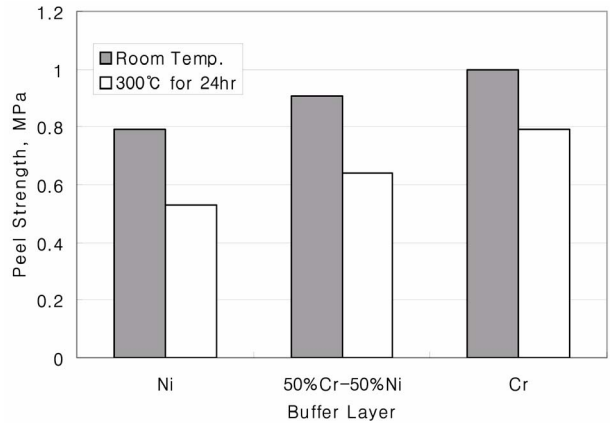


**Fig. 3.** The C1s-XPS spectra on the peeled polyimide surfaces with various buffer layers : (a) Cr, (b) 50%Cr-50%Ni and (c) Ni.

며, 각 금속별로 5회 분석하여 평균값을 구하여 Fig. 4에 나타냈다. Fig. 4에서 상온에서 필테스트 시 버퍼층 금속의 종류에 따라 접착력이 Cr, 50%Cr-50%Ni 및 Ni의 순서로 감소하고 있다. 여기서, Cr의 경우 우수한 접착력은 앞에서 기술한 바와 같이 Cr이 계면에서 폴리이미드내의 C=O 결합분드와 반응하여 Cr-O 결합을 생성시키며, 또한 강력한 결합인 Cr-C 결합을 생성시키는데 기인하는 것으로 사료된다.

**Table 2.** The binding component ratios on the peeled polyimide surfaces with various buffer layers.

Buffer layer	Binding component ratio(%)			
	C=O	C-O	C-O-C	C-C
Cr	10.54	24.10	34.81	30.55
50%Cr-50%Ni	11.43	22.44	32.67	33.46
Ni	12.30	22.07	31.46	34.17



**Fig. 4.** The comparison of peel strengths with Cr, 50%Cr-50%Ni and Ni buffer layers.

50%Cr-50%Ni 및 Ni의 경우에도 Cr과 동일한 메커니즘으로 결합력을 증가시키고 있다. 즉, Ni은 폴리이미드내의 C=O 결합분드와 반응하여 Ni-O 결합을 증가시키며, 또한 Cr보다 상대적으로 활발하지는 않으나 탄화물인 Ni-C 결합을 증가시켜 이에 따른 접착력을 증가시키는 것으로 사료된다. 다만 접착력에 있어 Cr이 Ni보다 우선하는 이유는 Cr이 Ni에 비해 상대적으로 큰 산소 및 탄소와의 친화력을 갖고 있는데 기인한다. 이와 같이 Cr은 Ni에 비해 우수한 접착력을 갖고 있으나, 버퍼층에 Cr 금속만을 사용할 경우 Cr 박막의 높은 잔류응력으로 인하여 표면에 입자형 크랙(grain-like crack)이 발생하게 되고, 이러한 입자형 크랙은 Cu 전도선이 패키지 안에서 제 기능을 제대로 수행하지 못하게 하며 수분의 주요 침투 경로가 되어 폴리이미드와 Cu의 계면강도를 낮추게 되므로 제품의 신뢰성을 저하시키는 주된 요인이 된다. 또한 Cr의 고경도와 녹지 않는 성질로 인하여 패턴의 제조 시에 에칭이 제대로 되지 않는 문제점도 발생된다.

한편, Fig. 4에 Cu/buffer layer/polyimide 다층박막 시편을 대기중에서 300 °C의 열처리 온도에서 24시간 유지시킨 후 접착력을 측정된 결과가 나타나 있고, Cr, 50%Cr-50%Ni 및 Cr버퍼층의 평균접착력은 각각 0.79, 0.64 및 0.53MPa이었다. 여기서, Cr의 경우 상온에서의 평균접착력 1 MPa에 비해 79%정도의 접착력을 보이고

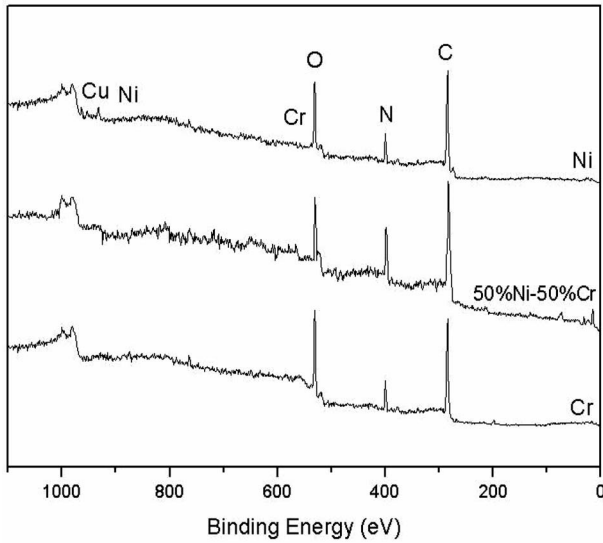


Fig. 5. The wide-scan XPS spectra on the peeled polyimide surfaces heat-treated at 300 °C for 24hours.

있어 300 °C의 고온에서도 열적안정성을 어느 정도 보이고 있으나, 50%Cr-50%Ni의 경우 상온에서의 평균접착력 0.91MPa에 비해 70%의 접착력을 나타내 Cr에 비해 상대적으로 낮은 열적안정성을 보여주고 있다. Ni의 경우 상온에서의 평균접착력은 0.79MPa로 300 °C의 고온에서의 평균접착력 0.53MPa는 이 수치에 비해 불과 67%로 비교적 큰 감소를 보이고 있고, 이러한 결과는 Ni이 Cr버퍼층에 비해 열적안정성이 크게 좋지 않음을 보여 주고 있다. 고온에서 열처리 시 버퍼금속의 종류에 따른 이러한 접착력의 변화는 Cu/buffer layer/polyimide 다층박막시편의 폴리이미드 계면에서의 광대역 XPS 분석 결과에 의해 설명이 가능하다.

Fig. 5는 대기중에서 300 °C의 열처리 온도에서 24시간 유지시킨 Cu/buffer layer/polyimide 다층박막시편의 폴리이미드계면에서의 광대역 XPS 분석결과로 Ni버퍼의 경우 Cu 피크가 확인되고 있으나 50%Cr-50%Ni 및 Cr 버퍼의 경우 육안상으로는 폴리이미드의 주요 피크인 Os, Ns 및 Cs 이외의 피크는 확인되지 않았다. Table 3은 이 광대역 XPS 분석결과로부터 얻은 각 원소의 상대적 성분비를 보여주고 있다. 여기서 300 °C의 온도는 폴리이미드 필름의 외관상 변형이 일어나지 않는 최대의 온도로 이 온도 보다 높은 350 °C의 열처리 온도에서는 폴

리이미드 필름의 외관상 변형이 일어나 접착력의 측정 및 XPS 분석의 정확도가 매우 떨어진다.<sup>12)</sup> 300 °C의 열처리 온도에서, Ni 및 50%Cr-50%Ni 버퍼에서는 폴리이미드 계면에서 Cu가 소량 검출되고 있으나, Cr 버퍼의 경우는 Cu가 전혀 검출되고 있지 않음을 알 수 있다. 이는 Cu가 300 °C의 고온에서 장기간 유지 시에도 Cr 버퍼층을 쉽게 확산 통과하지 못하는데 비해 Ni 버퍼층으로는 비교적 용이하게 확산 통과한 후 이어 폴리이미드로 확산하고 있음을 보여주는 것으로 이러한 결과 접착력의 저하와 함께 우수한 절연체로서 폴리이미드의 기능을 약화시킨다. Fig. 4의 결과에서 Ni 버퍼가 Cr 버퍼에 비해 열처리에 따라 상대적으로 크게 접착력이 저하하고 있는데 이는 고온에서 Cu에 대한 Ni 버퍼층의 낮은 확산방지 효과에 기인된다고 사료된다.<sup>12)</sup> 한편, Cr 버퍼의 경우 Cr이 소량 검출되고 있는데 이는 Cr이 폴리이미드와의 강한 접착력으로 인해 필테스트 후 XPS 분석을 위해 시편을 박리시킬 때 Cr 일부가 폴리이미드 계면에 잔류된 것으로 판단된다.

300 °C이상의 고온 열처리 시 접착력 저하의 원인으로 는 상기된 원인외에 폴리이미드 자체의 열적열화에서 그 원인을 찾을 수 있다. 폴리이미드는 내열성이 우수한 소재이나 300 °C이상의 고온에서는 폴리이미드의 주결합본드인 C=O 본드가 감소하기 시작하여, 350 °C이상의 온도에서는 외관상의 변형과 함께 이러한 결합본드의 분해가 촉진되고 이는 접착력의 급격한 감소로 이어진다.<sup>9,12)</sup> Cr 버퍼층 적용의 경우, Cu에 대한 Cr의 우수한 확산방지 효과에도 불구하고 300 °C의 고온에서의 접착력이 상온에서의 접착력에 비해 불과 79%의 낮은 수치를 나타내고 있는데, 이러한 결과는 고온에서 폴리이미드의 열적열화가 접착력 감소의 주된 요인임을 의미하는 것이다. 한편, 이미 언급된 바와 같이 Ni 버퍼 적용의 경우 300 °C의 열처리 시 접착력이 상온에서의 접착력에 비해 33% 감소한 결과(상온 접착력의 67%)를 얻었는데 이 감소분 33%중 21%는 Cr에서와 같이 고온에서 폴리이미드의 열적열화에 기인하는 것이고 나머지 12%의 감소는 Ni 버퍼층으로의 Cu의 확산에 기인되는 것으로 사료된다.

이상에서 살펴본 바와 같이 Cu/buffer layer/polyimide 다층박막시스템에서 Ni 버퍼는 Cr(또는 50%Cr-50%Ni) 버퍼에 비해 낮은 상온 접착력과 낮은 열적안정성을 보이고 있다. 그러나, Ni 버퍼는 Cr 버퍼에 대해 입자형

Table 3. The elemental ratios on the peeled polyimide surfaces with various buffer layers heat-treated at 300 °C for 24hours.

Buffer layer	Elemental ratio (at.%)					
	O1s	N1s	C1s	Ni2p	Cr2p	Cu2p
Cr	25.05	7.07	67.52	-	0.36	-
50%Cr-50%Ni	23.86	6.44	68.60	-	-	1.10
Ni	23.96	5.72	69.17	-	-	1.15

크랙이 발생하는 문제점이 없고 식각공정 시 수율 증대 등의 중요한 장점을 갖고 있다. 따라서 이러한 Cr과 Ni의 버퍼층으로서의 여러 특성들을 종합적으로 고려하였을 때 Cr-Ni 합금은 Cr 및 Ni이 갖고 있는 장점을 최대한 부각시키고, Cr 또는 Ni을 단독으로 버퍼층으로 사용하였을 때의 단점을 상호 보완시킬 수 있는 Cu/buffer layer/polyimide 다층박막 시스템의 버퍼층으로서 최적의 금속이라 할 수 있다.

#### 4. 결 론

Cr, 50%Cr-50%Ni 및 Ni의 버퍼금속중 Cr이 상온에서 가장 우수한 계면접착력을 보였다. 이는 Cr이 Ni에 비해 O 및 C와의 친화력이 우수하여 폴리이미드와 Cu 사이의 계면에서 화학반응을 통하여 폴리이미드내의 C=O 결합이 Cr-O 결합 및 C-O 결합으로 바꾸고 또한 Cr의 탄화반응을 통하여 Cr-C 결합을 증가시켜 폴리이미드와의 큰 결합력을 발휘하는데서 기인한다. Ni은 3종류의 버퍼금속 중 상온계면접착력이 가장 낮았고, 50%Cr-50%Ni 합금의 경우 결합강도는 Cr보다는 낮았으나 Ni에 비해서는 높은 수치를 보여주었다. 한편, 300 °C 고온에서 24 시간 열처리 시, Cu/buffer layer/polyimide 다층박막은 폴리이미드 자체의 열적열화에 의해 상온에 비해 21%정도의 접착력의 감소가 발생되고, 추가적인 감소는 Cu 확산방지막으로서 각 버퍼층의 성능에 좌우된다. Cu 확산방지 성능(열적안정성)은 Cr, 50%Cr-50%Ni 및 Ni의 버퍼금속의 순으로 나타났고, Ni은 고온에서 확산방지막으로서의 성능이 매우 낮아, 폴리이미드의 낮은 유전체적 특성을 훼손하고 계면접착력을 감소(12%정도)시키는 반면, Cr은 폴리이미드와 Cu 박막사이의 확산방지막으로서의 매우 우수한 성능을 갖고 있어 Cu의 확산에 의한 폴리이미드의 낮은 유전체적 특성을 훼손시키거나 계면접착력을 감소시키지 않는다. 그러나 Cr은 입자형 크랙 발생 및 식각불량의 문제점이 있어, 상기 특성을 모두 감안한 최적조성의 Cr-Ni 합금 버퍼금속의 적용이 요구된다.

#### 감사의 글

이 논문은 2008년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의해 연구되었음(This work was supported by the research grant of the Chungbuk National University in 2008).

#### 참 고 문 헌

1. R. R. Tummala and E. J. Rymaszewski (eds), *Microelectronics Packaging Handbook*, p.673, VNR, New York (1989).
2. B. Chapman, *Glow Discharge Processes*, p.201, John Wiley & Sons, New York (1980).
3. Y. S. Lin, H. M. Liu and C. L. Chen, *Surf. Coat. Technol.*, **200**, 3773 (2006).
4. A. M. Ektessabi and S. Hakamata, *Thin Solid Films*, **377**, 621(2000).
5. M. H. Kim and K. W. Lee, *Met. Mater.-Int.* **12**, 425 (2006).
6. M. J. Goldberg, J. G. Clabes and C. A. Kovac, *Sci. Technol.*, **A6**, 991 (1988).
7. A. K. Oultache and R. E. Prud'homme, *Polym. Adv. Technol.*, **11**, 316 (2000).
8. L. P. Buchwalter and K. Holloway, *J. Adhes. Sci. Technol.*, **12**(1), 95 (1998).
9. K. W. Lee, H. C. Chae, C. M. Choi and M. H. Kim, *Kor. J. Mater. Res.*, **17**(2), 61 (2007).
10. R. Haight, R. C. White, B. D. Silverman and P. S. Ho, *J. Vac. Sci. Technol.*, **A6**, 2188 (1988).
11. J. Yu, *J. Kor. Inst. Met. & Mater.*, **40**, 518 (2002).
12. C. M. Choi, H. C. Chae and M. H. Kim, *Kor. J. Mater. Res.*, **17**(12), 664 (2007).