

COF용 고밀도 2층 FCCL제작

Fabrication of 2-layer flexible copper clad laminate (FCCL) with high peel strength for chip on flex (COF)

- 최형욱<sup>1</sup>, 심광보<sup>2</sup>, 박 동희<sup>3</sup>, 조 정<sup>4</sup>, 최원국<sup>5</sup>  
 (1) 한양대학교, 재료공학과  
 (2) 한양대학교, 재료공학과  
 (3) 한국과학기술연구원, 재료연구기술본부  
 (4) (주) 도레이 새한  
 (5) 한국과학기술연구원, 재료연구기술본부

초 록 : Ti을 전극으로 한 RF plasma 를 사용한 표면 처리와 200 eV 이하의 저에너지 반응성 이온빔을 사용한 PI 표면 처리에 의해 초기 및 내열성이 우수한 COF 용 FCCL를 제작하였다. 임계 rf power 이상에서 새롭게 TiO<sub>2</sub>층의 형성이 접착력 증대의 원인이었으며, Ni-Cr-Zn의 삼원계 접착층의 내열성 향상 특성 등을 연구하였다.

AG-1 Model, 최대 측정 가능치 50 N)로 측정하였다. PI의 표면변화를 Atomic Force Microscopy (AFM: nanoscopy IV, DI3100) 을 이용하여 tapping 모드로 측정하였고, Contact anglo-meter (Surface tech GS150-7)을 이용하여 사용하여 표면에너지 변화를 알아보았으며, PI의 화학적 결합상태를 알아 보기 위해 X-ray photoelectron spectroscopy (XPS: PHI 5800 ESCA System)이었으며, X-ray source 로는 Al K $\alpha$ (1486.5eV)를 사용하였다.

1. 서 론

차세대 LCD 용 모니터용 드라이버 IC 의 출력 채널수가 증가함에 따라 능동 소자 탑재용 TCP (tape carrier packaging) 용 COF의 inner lead bonding (ILB) pitch 크기가 30 $\mu$ m 이하의 고밀도가 요구되고 있고, 이에 상응하는 고밀착력과 우수한 이온 migration 특성을 보이는 연성기판의 개발을 위한 특성이 우수한 2층 Cu/polyimide (PI) FCCL 제작이 중요한 기술로 부각되고 있다.[1] 본 연구에서는 Cu 와 PI 간의 접착력을 증대시키기 위한 플라즈마와 저에너지 이온빔 표면 처리 기술을 비교 설명하고, 새로운 나노 구조 접착층에 대한 내식성, 내열성 결과를 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 PI표면 처리 실험

본 연구에서는 RF (13.56 MHz) plasma를 Ti 전극을 사용하여 생성하였으며, 이를 이용한 Polyimide의 표면 개질을 위한 진공 시스템의 기본진공은 터보분자펌프 (Seiko Seiki, TPH2000, 2000 l/s)를 사용하여 5x10<sup>-7</sup>torr까지 배기하였고, PI (Kapton-EN 38 $\mu$ m) 표면 개질을 위한 실험의 진공도는 5x10<sup>-4</sup>torr에서 진행되었다. 표면 개질을 위한 시간은 30초, 플라즈마 소스와 기판과의 거리는 5cm로 고정하였으며, PI 의 표면 개질을 위해 Ar, N<sub>2</sub>O 가스를 1:1 비율로 사용 하였다. RF plasma의 파워는 30.50.100.130.150.170까지 변화 시켰다. 또한 저에너지 이온원으로는 그리드가 없는 것으로, 가스를 이온화 시켜 플라즈마를 생성하는 전자 가속부분이 긴 전자-홀 표류 이온원 (Electron-Hall drift ion source with extended acceleration zone)을 사용하였다. 방전 전압 230 V에서 측정된 축출된 이온빔의 평균 에너지는 약 180V로 방전전압의 약 78% 정도에 해당하는 값으로 측정되었다. Ar, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>등을 이용하여 표면 처리된 PI 의 접착각 변화를 조사하였고 이온선량은 5x10<sup>15</sup>에서 1x10<sup>18</sup>/cm<sup>2</sup> 까지 변화 시켜 보았다. 표면 처리 한 후 in-situ로 접착층과 Cu를 각각 5-20 nm, 그리고 150 nm로 증착하였다. 접착층의 경우 흔히 사용하는 Ni-Cr 대신 Zn을 혼합하여 사용하였다. 이 후 Cu층을 전기도금을 통하여 8-9  $\mu$ m 까지 도금한 후 내식성 (HCl, NaOH 90%)과 내열성(150°C, 168 hr) 시험 후 90° peel tester (SIMADZU,

2.2 FCCL물성 평가

2.2.1 RF플라즈마 표면처리 및 결과

PI표면 처리 전후의 접착각 변화를 그림 1에 나타내었다. 표면 처리 조건은 파워와 시간 반응성 가스를 이용하였고, 처리전의 접착각이 증류수 67°, 에틸렌 글리콜의 접착각이 37°를 나타내었다. 아르곤 가스를 사용할때에 비하여 산소와의 혼합 플라즈마를 사용시의 접착각이 10°미만으로 떨어짐을 알 수 있었다. PI 표면 처리후의 접착각의 표면에너지 변화를 Owens-Went[2]식을 이용하여 나타내었으며 초기 표면에너지의 값이 38.9mN/m이었고 처리후의 표면에너지 값이 81.2mN/m까지 증대됨을 알 수 있었다. 위의 결과를 볼 때 Ar:O<sub>2</sub> 처리시의 접착각 및 표면에너지가 증대함을 알 수 있었다. Ar:O<sub>2</sub> 처리시 10초에서도 낮은 접착각을 보였지만 30초 이후부터 접착각이 현저히 낮아짐을 알 수 있었다.

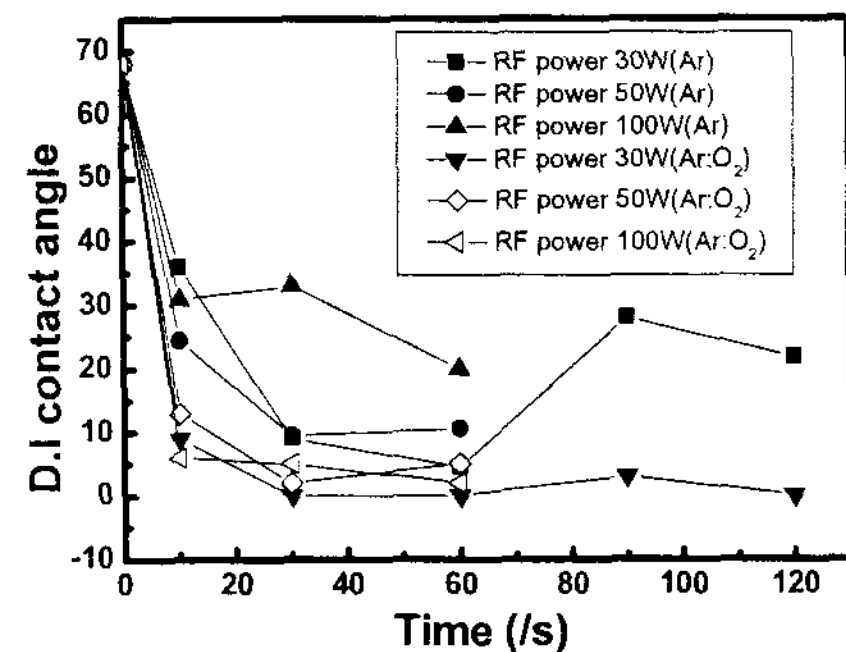


그림 1. Ar과 Ar/O<sub>2</sub> RF plasma에 의해 처리된 PI 표면의 증류수(DI)에 대한 접착각 변화

기 발표된[3] 연구에 의하면 Ni-Cr (80%:20%) 보다 Ni-Cr-Zn (95%:3%:2%)의 경우 내열성이 우수한 특성을 보여주고 있음을 알 수 있는데, 본 연구에서도 Ar/O<sub>2</sub> plasma를 처리한 후 이를 사용하여 Ni-Cr의 경우와 비교하여보았고 그 결과를 표 1 에 나타내었다. 표1에서 보듯이 RF power가 170 W 이상의 경우 Ni-Cr을 사용한

경우의 접착력인 0.71kgf/cm에 비하여 크게 향상되어 190W에서 최대 0.885kgf/cm까지 증대하였다. 이러한 증대 원인을 알아보기 위하여 접착층 증착전인 RF plasma만으로 처리된 PI의 표면을 XPS를 이용하여 화학성분을 조사하였다. 그림 2의 경우 Ti2p의 core-level XPS spectra를 보여주고 있으며 그림 2에서 보는 바와 같이 Ti 전극을

표 1 RF plasma로 처리된 Cu/PI의 접착력 변화

sample 제작조건			접착강도 (kgf/cm)
표면처리		sputtering	
Gas	RF Power	Tie layer (8 nm)	
O <sub>2</sub>	100W	Ni-Cr	0.62
N <sub>2</sub> O	100W	Ni-Cr	0.71
N <sub>2</sub> O	30W	Ni-Cr-Zn	0.52
N <sub>2</sub> O	50W	Ni-Cr-Zn	0.54
N <sub>2</sub> O	100W	Ni-Cr-Zn	0.595
N <sub>2</sub> O	150W	Ni-Cr-Zn	0.635
N <sub>2</sub> O	170W	Ni-Cr-Zn	0.865
N <sub>2</sub> O	190W	Ni-Cr-Zn	0.885
N <sub>2</sub> O	210W	Ni-Cr-Zn	0.748

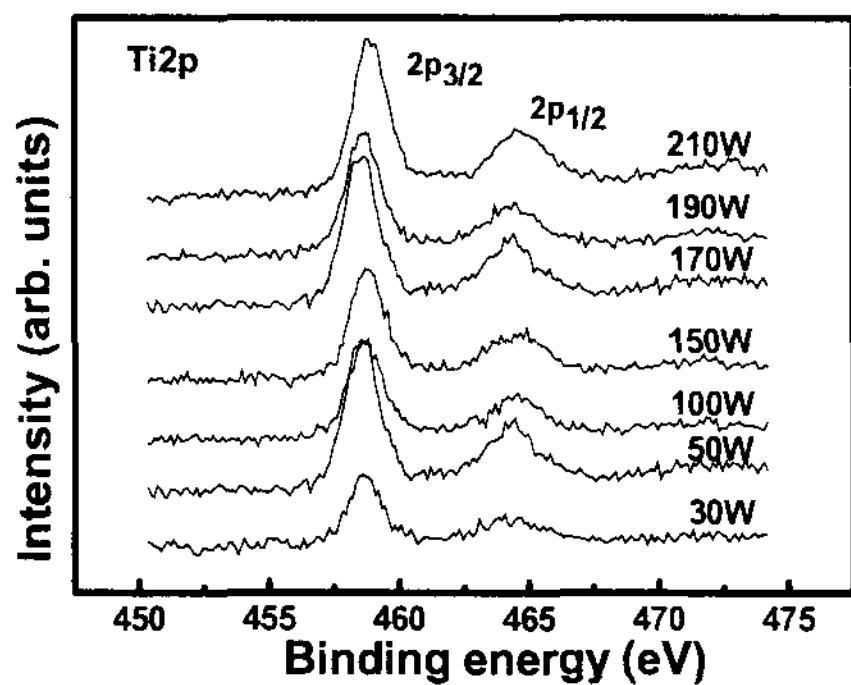


그림 2. RF plasma처리 PI의 Ti2p XPS

이용하여 표면 처리한 결과 PI 표면에 스퍼터 증착된 Ti 금속과 산소가 결합한 새로운 화학 결합이 생성되었음을 알 수 있었다. Ti 2p<sub>3/2</sub>의 경우 그 결합에너지가 458.68 eV로서 TiON이 아닌 Ti-O 결합임을 알 수 있었다.[4]

### 2.2.2 저에너지 이온빔 표면처리 및 결과

그림 3은 Ar, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>등을 이용하여 표면 처리된 PI의 접착각 변화를 보여주고 있다. Ar 이온만을 사용한 경우는 약 35도 정도까지만 접착각을 줄일 수 있었지만 0.5mA/cm<sup>2</sup>의 전류 밀도로 산소 이온을 조사한 경우 5x10<sup>16</sup>/cm<sup>2</sup>에서 25도, 2x10<sup>17</sup>/cm<sup>2</sup>에서 10도 미만으로 접착각을 낮출 수 있었다. 한편 이온 전류 밀도를 0.8mA/cm<sup>2</sup>까지 증대시키면 매우 낮은 이온선량인 5x10<sup>15</sup>/cm<sup>2</sup>에서도 약 8도 까지 낮출 수 있어서 이온전류 밀도와 밀접한 연관성을 가지고 있었다. 한편 0.5 mA/cm<sup>2</sup>의 N<sub>2</sub>O이온빔을 이용한 경우 5x10<sup>16</sup>/cm<sup>2</sup>에서 2 내지 4도 정도의 아주 낮은 접착각을 보여줌으로써, 산소 이온의 두 경우 보다 훨씬 효과적임을 알 수 있었다. 이는 단일 산소 이온 보다 질량이 커서 표면의 고분자 사슬을 좀 더 효과적으로 분리하고 이렇게 분리된 고분자 사슬들이 N, O 등의 원자들과 잘 결합하여 친수성기를 형성함을 알 수 있다. 그림 4의 경우 Ar/O<sub>2</sub> 이온빔으로 처리된 PI표면의 C1s XPS spectrum으로 결합 에너지 288 eV 이상에서 친수성기인 C=O 결합의 강도가 훨씬 증가함을 알 수 있었으며 접착각 감소와 직접적으로 연관이 있음을 알 수 있다.[5] 한편 그림 3의 경우 아르곤,

산소를 동시에 사용하여 표면 처리하면 5x10<sup>15</sup>/cm<sup>2</sup>의 낮은 이온선량에서도 접착각을 2도 이하로 낮출 수 있었고, 이렇게 처리한 PI에 Ni-Cr-Zn를 8 nm 정도의 두께로 증착한 후 약 8 μm 정도의 두께층을 전기도금한 후 측정된 초기 접착력은 0.85-0.9 kgf/cm이었으며, 150도에서 168 시간 내열성 측정을 한 경우도 0.6 kgf/cm 이상의 우수한 접착 특성을 보여 주었다.

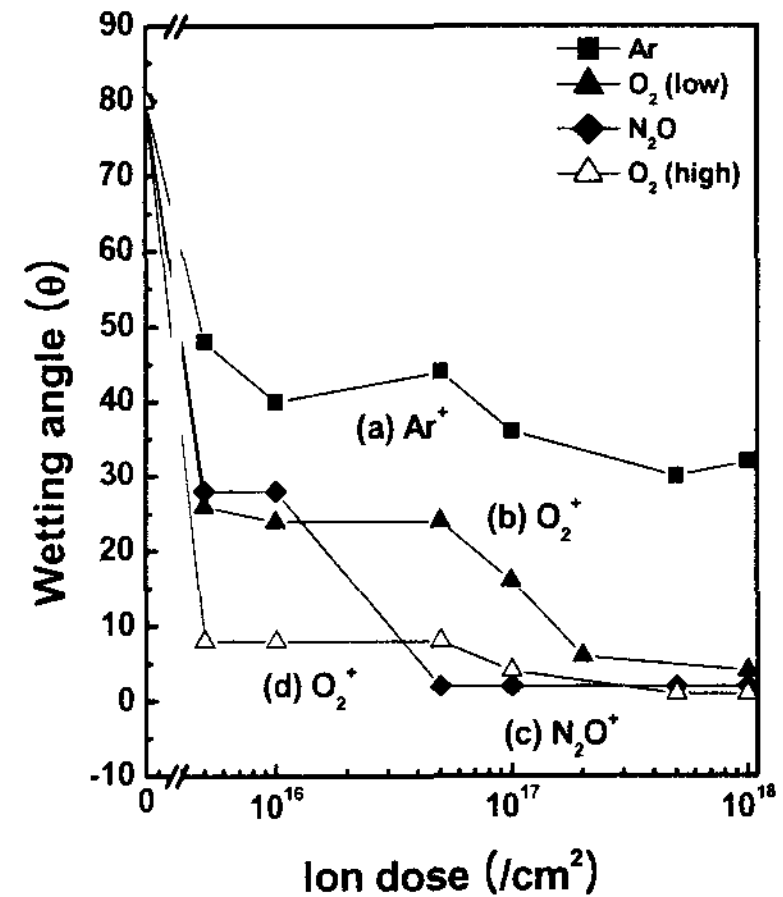


그림 3. 저에너지 이온빔 처리 접착각 변화

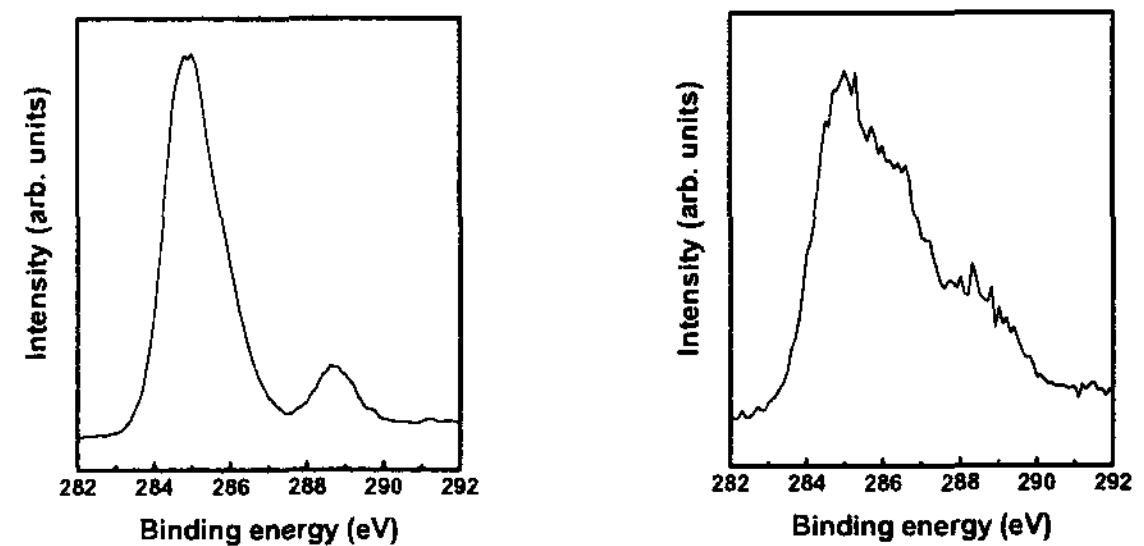


그림 4. 저에너지 이온빔 처리전,후 PI C1s XPS

## 3. 결 론

Ti를 전극으로 이용한 rf plasma 170W 이상에서 TiO<sub>2</sub>의 형성에 의한 2 중 나노 접착층 형성에 의해 접착력이 크게 향상하였으며, Ar/O<sub>2</sub> 혼합 저에너지 이온빔을 사용한 경우 상용화된 S사의 초기 접착력 0.72kgf/cm, 내열성 시험 후의 값 0.45 kgf/cm에 비하여 훨씬 우수한 FCCL를 제작할 수 있었다.

## 감 사 의 글

본 연구는 서울시 산학연 협력과제 (2G06980)와 Flextronics 소재 및 공정 원천 기술개발 (2N29750)의 지원으로 이루어졌습니다.

## 참 고 문 헌

- [1] D.G. Arnold, Flexible Display and Electronics 2004 (J. Olmstead, Intertech, Portland, 2004)
- [2] D.K. Owens and R.C. Wendt, J. Appl. Polym. Sci. 1741, 13 (1969)
- [3] Patent pending(한국출원:10-2005-70827).
- [4] B. Liu, X. Zhao, and L. Wen, Surf. Coat. Technol. 20-1, 3606 (2006).
- [5] J.Y. Park, Y. Ermakov, Y.S. Jung, and W.K. Choi, Appl. Surf. Sci., 252, 5877 (2006).