

COF(Chip On Film)에서의 Polyimide/Buffer layer/Cu 접착력 향상

이재원^a, 김상호^a, 이지원^b, 홍순성^b

^a한국기술교육대학교, ^b아큐텍 반도체

초록

각종 전자기기의 소형화, 고성능화 요구에 따라 회로 또는 기관의 고집적화에 따른 대안으로 도입된 COF(Chip On Film)공정에서 PI(polyimide)/buffer layer/Cu의 접착력 개선을 목적으로 본 연구가 진행되었다. 그리고 buffer layer로써 Cr을 증착 할 때 부착력의 개선을 목적으로 개질처리를 할 때는 RF plasma장비를 사용하였다. 실험 변수로는 peel strength에 대한 buffer layer의 종류와 증착 시간, 표면 개질처리시 O₂/Ar비이다.

Buffer layer의 종류에 따른 접착력은 Cr보다 Ni이 우수하였고, peel strength와 Cu THK는 같은 buffer layer의 증착 structure에서 비례 관계를 나타냈으며, Cr의 증착 시간과 Cu의 증착 시간을 변수로 peel strength test한 값은 Cr증착시간이 30초, Cu증착시간이 20분일때 40g/mm로 최적의 접착력이 나타났다.

증착전 PI의 개질 처리시 O₂/Ar 유량비에 따른 peel strength값은 O₂/Ar 유량비가 증가 할수록 향상되었으며, 2/5에서 최고값인58g/mm가 나타났다.그 이상에서는 오히려 감소하였다.

1. 서론

최근 각종 전자기기의 소형화, 고성능화 요구에 따라 회로 또는 기관의 고집적화에 따른 패키징 취급상의 문제가 대두되고 있다. 그 대안으로 COF(Chip On Film)을 도입하였지만 국내에서는 기술력의 부족으로 일본으로부터 “전량 수입”에 의존하고 있는 실정이다. 그러므로 이 기술의 국산화는 시급하다고 할 수 있다[1].

COF공정에서 PI(polyimide)/buffer layer/Cu를 구성하는데 있어서 계면의 부착력은 매우 중요하다. 그 이유는 폴리머와 금속 사이의 접착력은 본질적으로 취약하고, 열적 불일치나 기화된 수증기에 의해 방출되는 압력으로부터 생성되는 잔류응력이 계면 사이에 갈라짐을 유발시키기 때문이다[2].

본 연구에서는 적절한 buffer layer 선택과 증착 공정을 통한 PI 필름과 금속 박막 사이의 부착력의 개선을 목적으로 하였다.

2. 실험 방법

Substrate로 한면에 Cu casting된 세로 1cm, 가로 7cm의 polyimide를 사용하였고, buffer layer로 Cr혹은 Ni증착을 하였다. 그 후 Cu sputtering을 하였고, sputtered Cu위에 약

10 μ m 두께로 Ni도금을 한 후 peel strength test를 하였다.

증착을 위한 장비로는 RF magnetron sputter 장비를 사용하였고, peel test된 부분의 계면 형상의 관찰과 성분 분석을 위해 각각 scanning electron microscope(SEM)(x1500)와 energy dispersive x-ray spectroscopy(EDS)를 사용하였다. 그리고 buffer layer로 Cr을 증착할 때 부착력의 개선을 목적으로 표면 개질처리를 할때 RF plasma장비를 사용하였다.

증착시 기판 온도는 50°C, RF전력 50W, Cu 증착 압력 4.6×10^{-4} Torr, Cu증착 시간 20분으로 하였고, buffer layer 종류(Cr, Ni)에 따른 peel strength test시 buffer layer의 증착 시간을 변수로 하여 실험 하였다. 그리고 buffer layer가 Cr일때 Cr의 증착 시간과 Cu의 증착 시간에 따른 peel strength를 측정 하였다.

또한 위의 최적 조건에서 개질 처리중 화학적 처리의 접촉력에 대한 영향을 알아 보기 위해 RF plasma 장비에서 개질처리시간을 10분, RF전력 100W, 증착압력 165mTorr, O₂/Ar비를 변수로 하여 개질처리한 후 sputtering한 sample들의 peel strength를 측정 하였다.

그림 1은 peel strength test의 모식도를 나타낸 것이다.

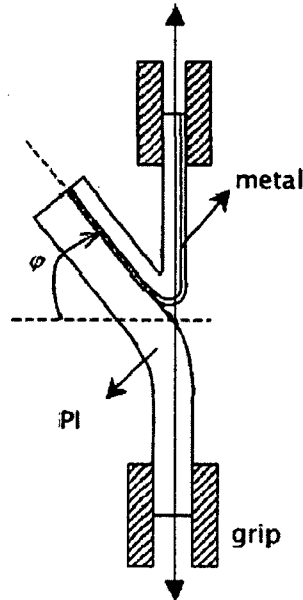


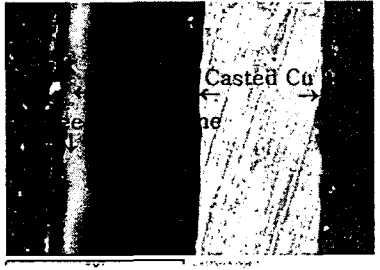
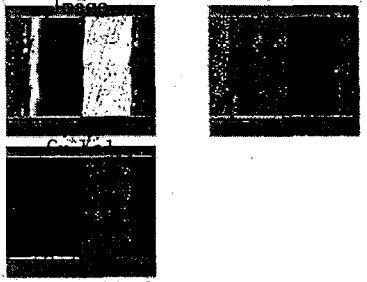
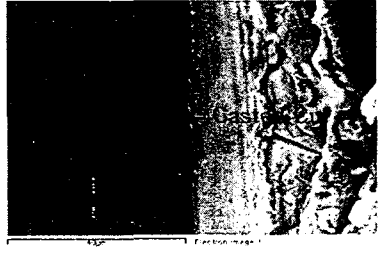
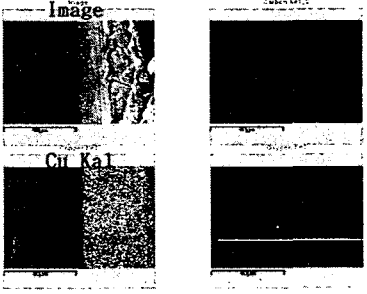
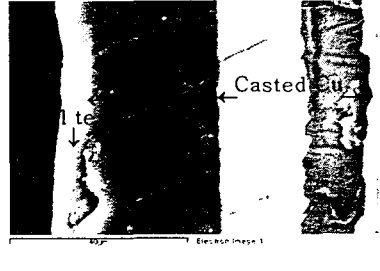
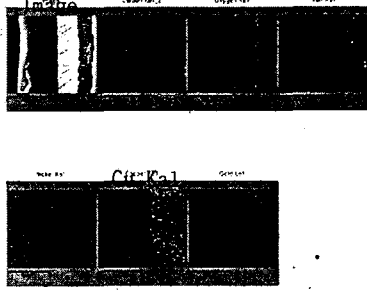
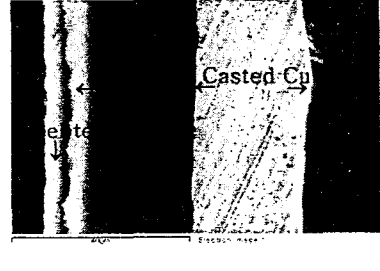
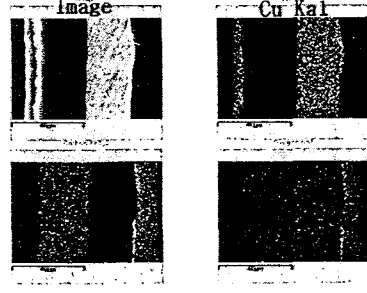
그림1. PI(Polyimide)/buffer layer/Cu 층의 peel strength test 모식도(2)

3. 실험 결과 및 고찰

본 실험에서 buffer layer 종류와 증착시간에 따라 peel test된 부분의 계면 형상의 관찰과 성분 분석을 위해 peel strength test를 행한 sample의 단면이 표면에 드러나도록 cool mounting과 polishing을 한 후 scanning electron microscope(SEM)(X1500)와 energy dispersive x-ray spectroscopy(EDS)를 사용하여 단면을 관찰한 후, 성분 분석을 하였다. 그림2는 실험 공정을 기판온도 50°C, RF전력 50W, Cu증착 압력 4.6×10^{-4} Torr, Cu증착 시간 20분으로 하여서 buffer layer 종류(Cr, Ni)과 buffer layer 증착 시간(Cr:1분,5분, Ni:1

분,5분)을 변수로 하여 RF magnetron sputter장비에서 buffer layer와 Cu를 차례로 증착 시킨후 Ni을 도금한 시편을 peel strength test를 한 후 단면을 SEM으로 관찰하고 EDS로 각 층의 성분 분석을 한 것이다.

그림3은 peel strength test시 PI(Polyimide)/Buffer layer/Cu 분리 형상의 모식도를 나타낸 것이다. 그림3(a)에서 Cu THK는 Cu thickness of the peel strength tested zone를 의미하며, 본문에서 앞으로는 편의상 Cu THK를 쓰도록 하겠다.

Structure(treated time)	Image of the SEM	Component analysis of the EDS
(a)Cu(20min)		
(b)Ni(1min)/Cu(20min)		
(c)Ni(5min)/Cu(20min)		
(d)Cr(1min)/Cu(20min)		

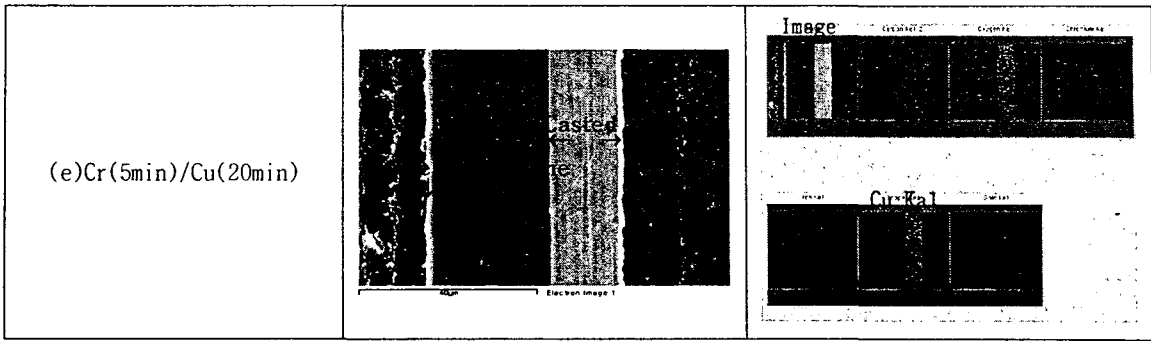


그림2. Buffer layer 종류 및 증착시간에 따른 casted Cu/PI(polyimide)/peel tested zone의 SEM(X1500) image와 EDS성분 분석 결과. 기판온도 50°C, RF전력 50W, Cu 증착 압력 4.6×10^{-4} Torr, Cu증착 시간 20분 a)No buffer layer b)Ni(증착시간1분) c)Ni(증착시간5분) d)Cr(증착시간1분) e)Cr(증착시간5분)

위 사진의 배율인 X1500에서 가장 과면의 형상이 선명하게 나타 났고, 이 배율에서 계면 형상을 관찰하고 성분 분석을 하였다. Peel strength tested zone의 성분 분석을 한 결과 각각 sample의 잔여 Cu의 두께가 차이가 있었으며 그 두께는 그림 4와 같다.

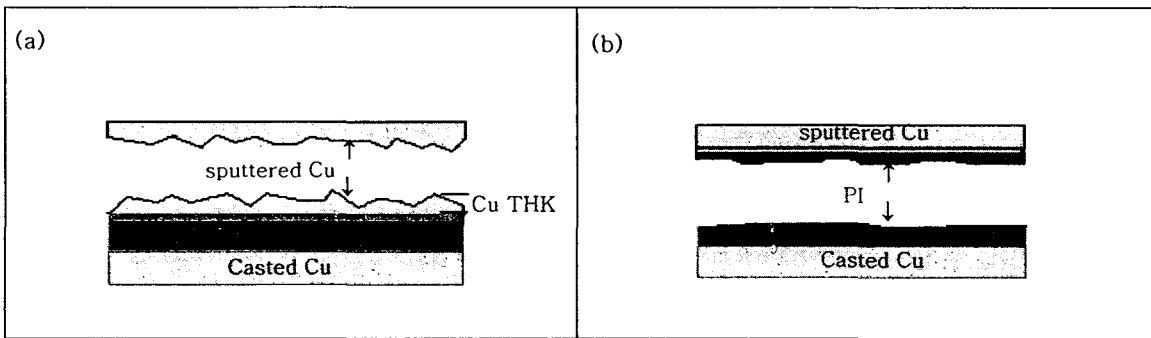


그림3. PI/Buffer layer/Cu 분리 형상의 모식도 (a)Sputtered Cu에서 분리 (b)PI에서 분리

그리고 Cu casting된 PI 기판에 기판온도 50°C, RF전력 50W, Cu 증착 압력 4.6×10^{-4} Torr의 조건에서 Cu증착 시간 20분으로 sputtering한 sample1, Ni증착 시간 1분으로 sputtering한 후 Cu증착 시간 20분으로 sputtering한 sample2, Ni 증착 시간 5분으로 sputtering한 후 Cu 증착 시간 20분으로 sputtering한 sample3, Cr 증착 시간 1분으로 sputtering한 후 Cu증착 시간 20분으로 sputtering한 sample4, Cr 증착 시간 5분으로 sputtering한 후 Cu 증착 시간 20분으로 sputtering한 sample5(이상 그림 2의 조건)의 sputtered Cu위에 Ni을 10 μ m도금하여 peel strength test를 한 결과 이다. sample의 크기는 5mm×15mm로 동일하게 하였다.

Cu만 증착된 시편에서 peel strength와 Cu THK가 각각 1g/mm와 0으로 값이 매우 낮게 나왔으며, Cu THK 가 0이라는 것은 그림3.의 (b)와 같이 peel strength test시 PI에서 분리되었거나, Cu와 PI계면에서 분리 되었음을 알수 있다. 그리고 peel strength와 Cu THK은 같

은 buffer 종류에서는 비례 관계를 나타 냈으며, Ni 증착시에는 증착시간이 1min에서 각각 50g/mm와 4.14 μ m, 5min에서 각각 65g/mm와 16 μ m로써 5min에서 peel strength와 Cu THK가 큰 값이 나타났으며, Cr 증착시에는 증착시간이 1min에서 각각 40g/mm와 6.9 μ m, 5min에서 각각 3g/mm와 2.35 μ m로써 1min에서 peel strength와 Cu THK가 큰 값이 나타났다.

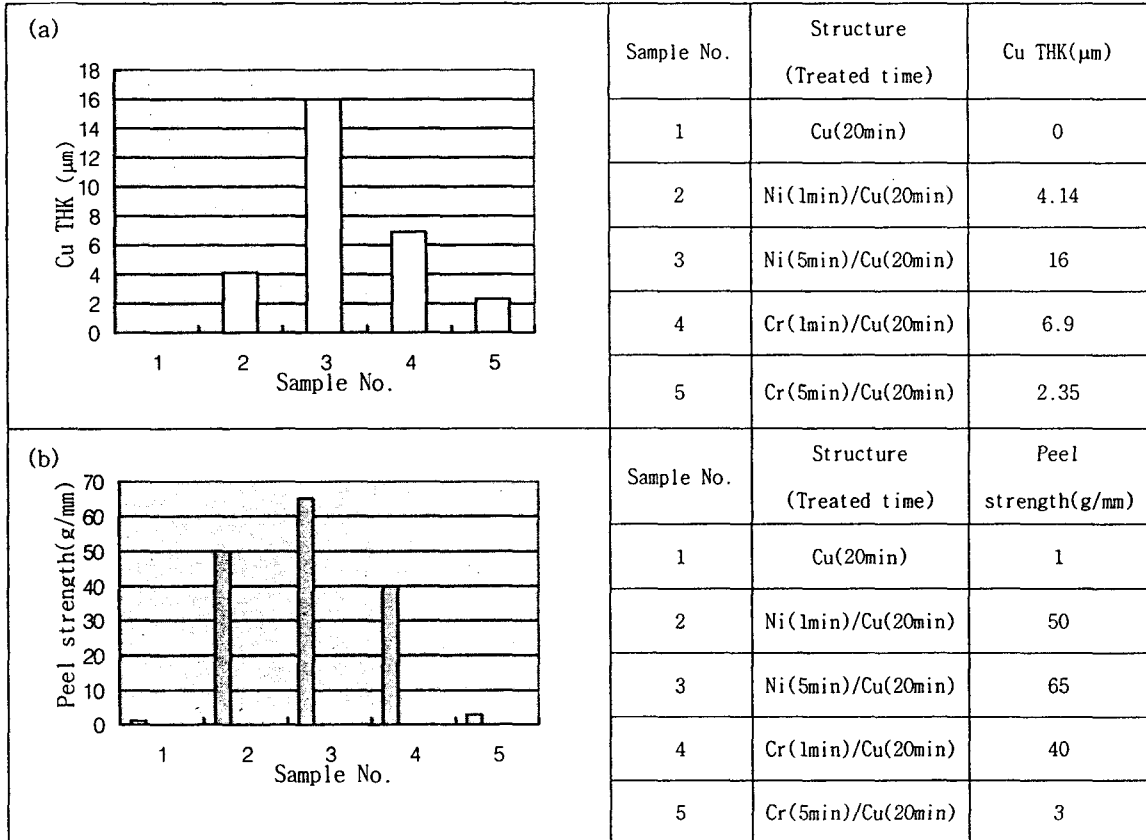


그림4. Buffer layer 종류와 증착 시간에 따른 (a)Cu THK와 (b)peel strength

PI 기판에 Cr의 증착 시간(30초,1분) Cu(5분,10분,20분)의 증착 시간을 변수로 하여 sample들을 만든 후 peel strength test하여 그림5와 같은 결과를 얻을 수 있었다. Cr증착 시간이 30초이고 Cu증착시간이 20분일때 40g/mm로 최적의 접착력이 나타났다. 경향은 Cr의 증착시간은 앞의 실험결과와 같이 짧을수록 접착력이 좋았으며, Cu 증착시간은 10분까지 접착력이 떨어지다가 10분에서 5g/mm로 나타났고 더 긴 증착 시간에서는 접착력이 높아졌다.

표면의 접착성은 분자 차원의 층에 의하여 결정되는 표면 성질에 관계되는 것으로 물질의 전체적인 성질을 변화시키지 않고도 표면개질에 의하여 개선 할 수 있다. 이러한 표면개질 방법으로 화학적 처리, 화염처리, 코로나 처리, 플라즈마 처리, U.V 처리 등이 연구되고 있다[4].

개질 처리중 화학적 처리의 접착력에 대한 영향을 알아 보기 위해 RF plasma장비에서 온도 45°C,개질처리시간을 10분, RF 전력 100W, 챔버내 압력 165mTorr로 하여 O₂/Ar비(0,

1:10, 2:5, 4:5)를 변수로 하여 개질처리를 한 후 위에서 언급한 최적 조건인 기판온도 50°C, 전력 50W, Cr 증착 압력 5.2×10^{-4} Torr, Cr 증착 시간 30초의 조건에서 Cr을 증착한 후, 기판온도 50°C, 전력 50W, Cu 증착 압력 4.6×10^{-4} Torr, Cu 증착 시간 20분의 조건에서 sputtering하였다. 그 후 sputtered Cu 위에 10 μ m의 두께로 Ni도금을 한 후 peel strength test를 하였다. 이에 대한 결과는 그림 6에서 보면 알 수 있듯이 O₂/Ar비에서 O₂의 유량비가 증가 할수록 접착력은 향상 되었으며, 2/5에서 58g/mm로 접착력이 제일 좋았으며 그 이상의 유량에서는 오히려 접착력이 감소하였다.

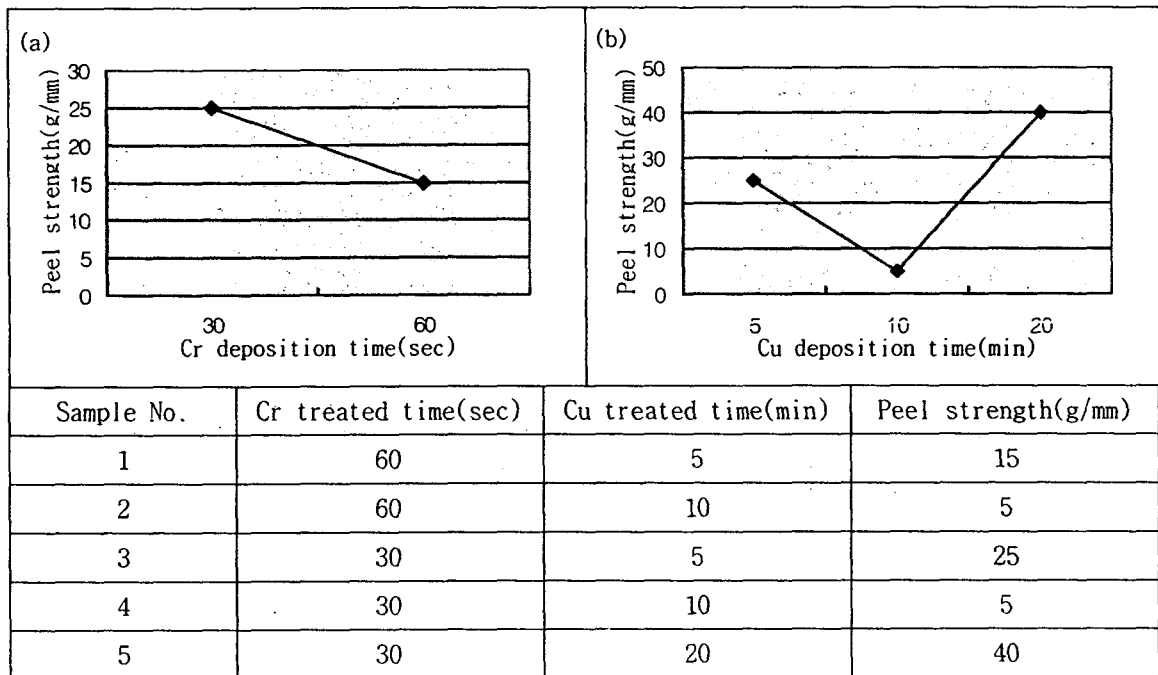


그림 5. (a)Cr 증착시간과 (b)Cu 증착시간에 따른 peel strength

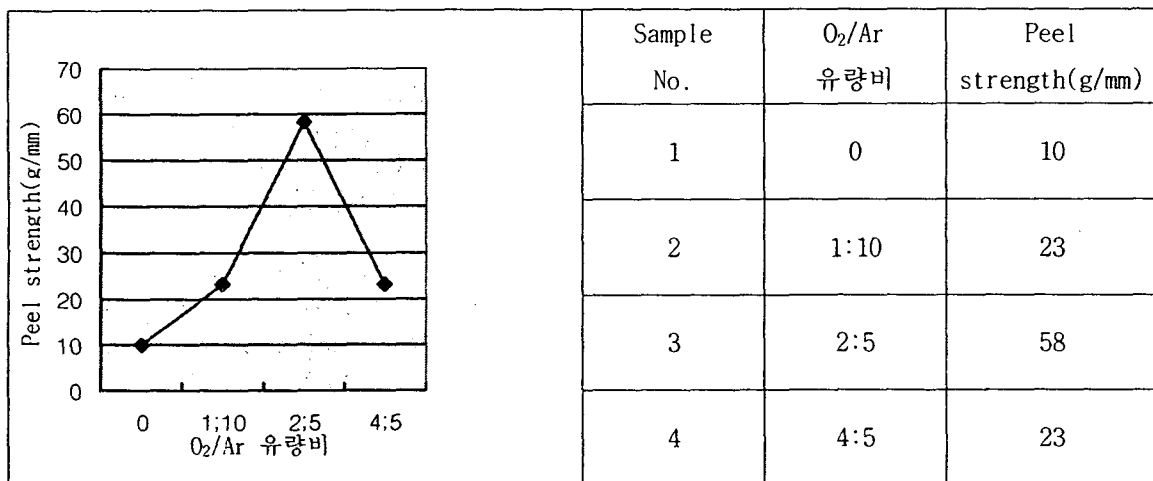


그림 6. 증착전 PI의 개질 처리시 O₂/Ar 유량비에 따른 peel strength

4. 결론

COF공정에서 PI/buffer layer/Cu의 접착력 향상을 위한 첫번째 실험으로 buffer layer 종류와 증착 시간에 따른 peel strength값을 측정하였고, 두번째로 Cr 증착시간과 Cu 증착시간에 따른 peel strength값을 측정하였으며, 마지막으로 증착전 PI의 개질 처리시 O₂/Ar 유량비에 따른 peel strength 값을 측정 하였다.

그 결과는 다음과 같다.

- 1) Buffer layer의 종류에 따른 접착력은 Cr보다 Ni이 우수하였다.
- 2) Peel strength와 Cu THK는 같은 종류의 buffer layer 증착 structure에서 비례 관계를 나타 냈으며, Ni 증착시에는 증착시간이 1min에서 각각50g/mm와 4.14μm, 5min에서 각각 65g/mm와 16μm로써 5min에서 peel strength와 Cu THK가 큰 값이 나타났으며, Cr 증착시에는 증착시간이 1min에서 각각40g/mm와 6.9μm, 5min에서 각각 3g/mm와 2.35μm로써 1min에서 peel strength와 Cu THK가 큰 값이 나타났다.
- 3) Cr의 증착 시간과 Cu의 증착 시간을 변수로 peel strength test한 값은 Cr증착시간이 30초이고 Cu증착시간이 20분일때 40g/mm로 최적의 접착력이 나타났다
- 4) 증착전 PI의 개질 처리시 O₂/Ar 유량비에 따른 Peel strength값은 O₂/Ar비에서 O₂의 유량비가 증가 할수록 접착력은 향상 되었으며, 2/5에서 58g/mm로 접착력이 제일 좋았으며, 그이상의 유량에서는 접착력이 오히려 감소하였다.

5. 참고 문헌

- [1] 아큐텍 반도체 기술, " COF용 Cu/buffer layer 스퍼터링 기술 개발" 산학연 발표자료,2004
- [2] J.Y. Song, Jin Yu, " Analysis of the T-peel strength in a Cu/Cr/Polyimide system" Acta Materialia,1998 "
- [3] 조성수,김영호, " RF 바이어스 스퍼터링한 Cr박막과 감광성 폴리이미드 사이의 계면 TEM 분석" Journal of the Microelectronics & Packging Society Vol. 10, No. 2, p. 39-47.2003
- [4] 박준규, " Plasma surface modification of polycarbonate" 경기대학교 재료공학과 석사 학위 논문,2001
- [5] Jong-kyu Park, Won-tae Ju, Kwang-hyun Paek, yong-whan Kim, , Yoon-ho Choi, Ji-hun Kim, Yong-seok Hwang, " Pre-treatments of polymers by atmospheric pressure ejected plasma for adhesion improvement" Surface and Coatings Technology,2003