

Electroforming 공정을 이용한 Micro Multi-layer Probe Pin 제작 기술

Micro Multi-layer Probe Pin manufacturing technology by electroforming processes

*이상일¹, 김웅겸¹, 표창률¹, 고태순¹, 손운석¹, 방인우¹, 박건우¹, #전병희²

*S. I. Lee¹, W. K. Kim¹, C. R. Pyo¹, T. S. Ko¹, Y. S. Son¹, Y. W. Bang¹, G. W. Park¹, #B. H. Jeon(bhjeon@induk.ac.kr)²

¹ (주)새한마이크로텍, ²인덕대학

Key words : Probe pin, Electroforming, FEM

1. 서론

2000년까지 디스플레이 시장의 주류를 형성하고 있던 것은 CRT 였으나, 인간공학적, 환경 친화적, 고기능화 등에 부합할 수 있는 FPD에 대한 관심이 높아지면서 LCD의 비중이 커지게 되었고 현재는 PDP, OLED 등 차세대 평판 디스플레이의 출현으로 디스플레이간 경쟁이 심화되고 있다.¹⁾ 특히 OLED는 자기발광, 저전압 구동, 경량 박형, 광 시야각, 그리고 빠른 응답속도 등의 장점을 가지고 있어서 밝기, 대조비, 시야각 등에 기술적 한계를 가지고 있는 LCD의 단점을 극복할 수 있는 새로운 차세대 첨단 평판 디스플레이로서 향후 급격한 성장을 이룩할 것으로 예상된다. 이러한 디스플레이 장치들은 최근 공정기술의 개선으로 해상도의 급격한 증가 추세를 보이고 있으며, 이에 따라 픽셀 피치(pixel pitch)와 전극 패드의 사이즈 또한 줄어들기 때문에 각각의 서브-픽셀(sub-pixel)의 특성을 검사할 수 있는 고 집적화된 테스트 장비의 개발이 필요한 추세이다. 평판 디스플레이 제품의 생산성 및 품질 향상을 위하여 검사 공정에 필수적으로 사용되는데 이에 사용되는 핵심 모듈인 고 집적화된 프로브 유닛(probe unit)의 핵심 부품인 프로브 핀(probe pin)은 디스플레이 장치의 검사공정에 필요한 장치인 프로브 유닛의 측정 장치와 디스플레이 패널 위의 전극(pad)을 전기적으로 연결시켜주는 부품으로 사용된다.

본 연구에서 프로브 핀의 기능으로 적합한 마이크로 적층 구조물 제작을 위한 전주도금(electroforming)공정을 수행함에 있으며, 유한요소해석을 통한 최적의 프로브 핀을 설계하여 적층 구조물의 프로브 핀을 제작하였다.

2. 프로브 니들 설계

2-1 유한요소해석

제품의 특성에 영향을 미치는 여러 가지 인자를 선정하고 이들의 관계를 알아보기 위한 실험을 실시하여 데이터를 얻고 이를 분석함으로써 제품의 최적 조건을 경제적으로 찾기 위하여 유한요소 해석을 수행하였다.

본 연구에서는 그림 1과 같은 프로브 핀의 형상을 제안 하였으며, 프로브 핀 형상 중 각 길이를 설계인자로 설정하였다. 표 1은 프로브 니들의 최적설계에 있어 해결하고자 하는 인자에 대해 나타내었으며, 각 인자별 설계변수를 설정하였다. 프로브 핀의 주요 실험 인자는 base length, beam length, tip length 이며, 설계 변수는 현재 프로브 핀 제작 공정에서 가능한 치수로 설정하였다.

Table 1. Design parameters and variables in the experiment

Design parameters	Design variables(μm)
Base length	10.0 ~ 90.0
Beam length	10.0 ~ 200.0
Tip length	10.0 ~ 90.0

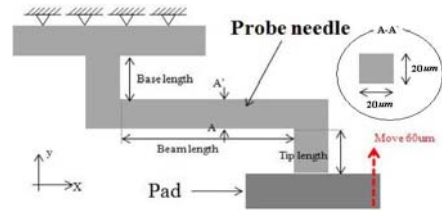


Fig 1. The proposed probe needle shape

실험방법은 유한요소해석을 이용하였으며, 유한요소 해석을 통하여 프로브 핀의 기본적인 기능인 contact force, scrub mark 그리고 최대 인장 강도에 대하여 알아보았다.

그림 2는 세 가지 설계인자에 따른 contact force의 영향을 나타내고 있다. 그림 2에서 알 수 있듯이 beam length 인자의 기울기가 매우 크며, 이는 contact force에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 해석할 수 있다. Base length 및 tip length는 서로 비슷한 기울기를 보이며, contact force에 있어 비슷한 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

결과적으로 contact force에 영향을 미치는 주요 요인은 beam length > base length > tip length 임을 알 수 있었다.

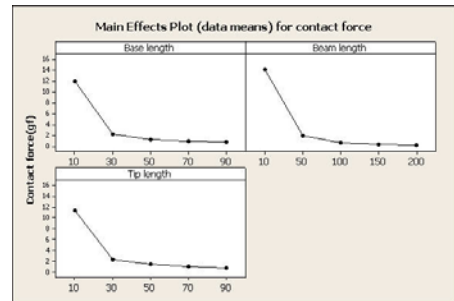


Fig 2. Effect of contact force as a design parameters

그림 3은 세 가지 설계인자에 따른 scrub mark의 영향을 나타내고 있다. 그림 3에서 알 수 있듯이 beam length 인자의 기울기가 매우 크며, 이는 scrub mark에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 해석할 수 있다. Base length 및 tip length의 기울기는 beam length에 비하여 매우 작다. 그러므로 scrub mark에 영향을 미치는 요인은 beam length > tip length > base length 임을 알 수 있었다.

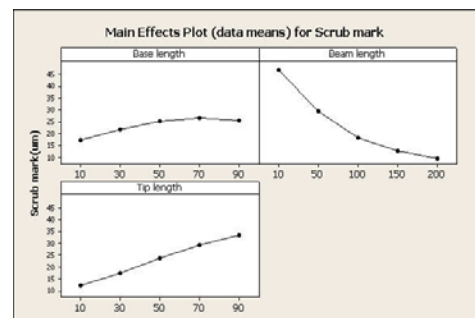


Fig 3. Effect of scrub mark as a design parameters

그림 4는 세 가지 설계인자에 따른 최대 인장응력의 영향을 나타내고 있다. 그림 4에서 알 수 있듯이 beam length 인자의 기울기가 매우 크며, 이는 최대인장응력에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 해석할 수 있다. Tip length에 비하여 base length의 기울기를 비교하였을 경우 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나 base length의 최대 인장응력 값을 비교하였을 경우 base length가 tip length에 비하여 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 그러므로 최대인장응력에 영향을 미치는 요인은 beam length > base length > tip length 임을 알 수 있었다.

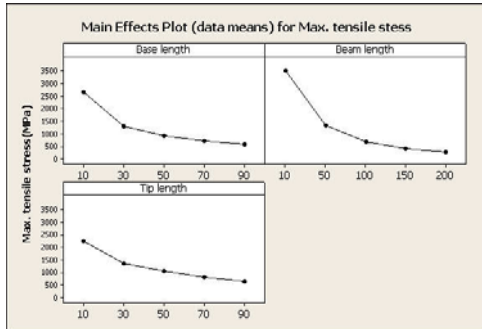


Fig 4. Effect of Max. tensile stress as a design parameters

2-2 유한요소해석 결과

이와 같이 유한요소해석에 의하여 contact force, scrub mark, 최대 인장응력에 대한 영향을 알아보았다. 그 결과 probe needle의 설계인자 별 영향을 미치는 인자를 다음과 같이 요약할 수 있다.

- Contact force : Beam length > Base length ≥ Tip length
- Scrub mark : Beam length > Tip length > base length
- 최대인장응력 : Beam length > Base length > Tip length

가장 큰 영향을 미치는 요인은 beam length이며, tip length 및 base length는 영향을 미치고 있으나, 큰 영향을 주지 못하는 것으로 해석된다.

3. Probe Pin 제작 공정

해석 결과를 기반으로 프로브 핀을 제작하였다. 프로브 핀의 제작을 위하여 음성 감광제인 KMPR을 사용하였다. 감광제는 스핀 회전하여 웨이퍼(wafer) 기판 위에 도포하였고, 도포된 두께는 회전수를 조절하여 선택적인 두께로 형성할 수 있었다. 형성된 음성 감광제는 자외선(365nm) 파장을 사용하여 노광을 실시하였고, TMAH 2.38% 용액을 사용하여 현상하였다. 현상된 감광제의 이미지를 그림에 나타내었다.

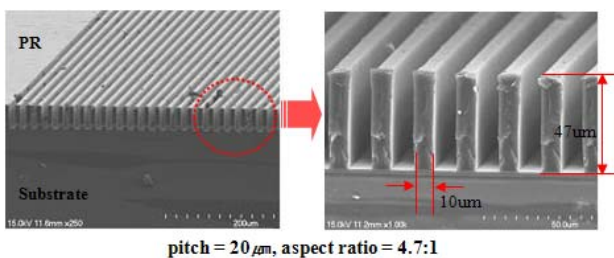


Fig. 5 Micro patterning image of photoresist

형성된 마이크로 패턴에 전주도금을 실시하여 핀 형상으로 제작하였다.^{2,4)} 제작된 단층 패턴과 얼라인 후, 전 공정과 동일한 방식으로 진행하여 적층 구조물 형상의 프로브 핀을 제작하였다. 제작된 프로브 핀의 형상을 그림 6에 나타내었다. 제작된 프로브 핀은 경사각을 형성하는 핀 형상으로 제작되었다.

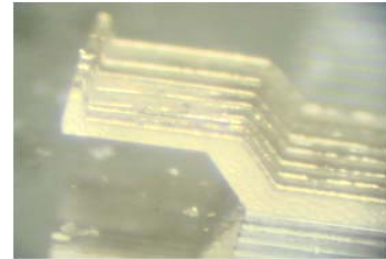


Fig 6. Micro Multi-layer probe pin

4. 결론

본 논문에서는 반도체 및 LCD 검사용 프로브 핀의 제작에 있어 전주 도금 공정을 수행하여 적층구조의 핀을 제작하였다.

적층구조의 핀을 제작하기 위하여 유한요소해석을 수행하였고, 해석을 기반으로 적층구조의 핀을 설계하였다.

적층 프로브 핀 설계 시 beam length의 요인이 프로브 핀으로의 특성에 큰 영향을 주는 것으로 해석되었다.

이러한 해석을 통하여 적층 구조의 프로브 핀을 제작하였다.

후기

본 논문을 산업자원부 2005-13 호 우수제조 기술연구 센터 (Advanced Technology Center)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 김한기, '유기 EL 디스플레이', 한국소성가공학회지, 14권, 9호, 2005, pp. 731~732
- [2] Said Emre Alper, Ilker Ender Ocak, and Tayfun Akin, Member, IEEE, JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, VOL. 16, NO. 5, OCTOBER 2007
- [3] C. K. Chung & Y. J. Fang & C. M. Cheng, Y. Z. Hong & C. H. Wang, Microsyst Technol (2007) 13: 299–304, DOI 10.1007
- [4] C. K. Chung, C. J. Lin, L. H. Wu, Y. J. Fang, Y. Z. Hong, Microsystem Technologies 10 (2004) 467–471