

반도체 High Speed Test용 IC Socket 개발

*이건범¹, 이세현¹, 김형익², 박인재³, 이종훈⁴, 홍재수⁵

¹ 한국폴리텍4대학, ²(주)코미코, ³엠스퀘어텍, ⁴한국폴리텍7대학, ⁵한국생산기술연구원

Development of IC Socket for a Semiconductor High Speed Test

*K. B. Lee¹, S. H. Lee¹, H. E. Kim², I. J. Park³, J. H. Lee⁴, J. S. Hong⁵

¹ Korea Polytechnic IV, ² KoMiCo, Msquare Tech, Korea Polytechnic VII, KITECH

Key words : IC Socket, Probe Card

1. 서론

반도체 IC 완제품을 사용할 때에는 보통 PCB 기판에 Soldering 을 하여 사용하지만 Test시에 Soldering 하여 Test하는 것은 어려모 로 불합리하다. 따라서 제품의 착탈을 간편하게 할 수 있으며 반도체 생산공정에서의 문제점을 Test 할 수 있는 치구들을 필요로 하게 되었다.

이러한 목적으로 반도체의 전기적 특성검사를 위하여 Test를 실시하는데 있어서 반도체 IC와 Tester사이에 전기적 통로를 만들어주는 것이 Test Socket이다.

반도체 Test에 있어서 Test Socket은 완성된 제품의 최종 검사 및 신뢰성 확보를 위하여 그 특성이 매우 중요하다.

이 전에는 비교적 낮은 주파수에서 동작하므로 임피던스 특성 보다는 단순한 Contact Performance 위주의 제품이 제안되었는데 최근에는 반도체 Test Socket은 IC의 동작 클럭 주파수가 높아짐에 따라 신호특성의 중요성이 점점 더 높아지고 있으며, 또한 IC의 집적도가 기하급수적으로 높아지고 있어 IC Lead Pitch의 미세화가 진행되고 있다.

기존의 Test Socket이 반도체 IC의 클럭 스피드의 증가 및 Lead Pitch의 미세화에 따라가지 못함에 따라 여러가지 새로운 방식의 Concept이 제시되고 실제로 제품화되고 있다.

따라서 현재의 반도체 Test Socket은 제품특성에 따라 특화되어 개발되고 있으며 새로운 제품의 탄생이 요청되고 있다.

반도체 Test Socket의 특성에 가장 큰 영향을 미치는 것이 Contact Probe이다.

Contact Probe가 어떤 구조를 가졌으며, 어떤 방법으로 제작되었는가에 따라서 Test Socket의 특성이 좌우된다.

본 연구는 반도체 IC Test Socket 중 가장 핵심적인 부분인 Contact Probe의 개발을 목표로 한다.

2. Contact Probe

최초 개발제품의 개념은 주사기 바늘과 같은 원통 파이프형상의 재료를 만든 후 이를 Slice하여 Contact Probe를 만드는 개념을 생각하여 개발을 시작하였다.

왜냐하면 이는 구조적으로 매우 견고할 뿐 아니라 제조시에 어려움도 크게 없을 것이라는 생각에서였다.

그러나 실질적인 Simulation을 통하여 원형 구조의 경우 전기적인 특성등은 매우 뛰어나나 구조의 변위량 측면에서는 단점이 다소 있음을 알게 되었다.

이 때문에 다른 여러가지 형상을 설계하여 Simulation 한 결과 "S" 형상의 구조가 Control하기 용이하다는 것을 알게되었고 제조상의 어려움을 해결하기 위하여 맨 처음 금형전문가들을 통하여 금형검토, 반도체 Fab을 이용한 MEMS 공정 검토, 그리고 Etchable 판재를 이용한 Etch Probe 등을 검토하고 최종적으로 Etch 방법을 선택하였다.

원통파이프 형상의 재료를 가공하여 오링형상의 Contact Probe를 만든다. 오링형 Contact Probe를 프린트 된 세라믹 기판 또는 PCG의 패드에 금속접합을 통하여 붙인다. 상기와 같이 제작된

Probe Unit의 위에 플라스틱 Mold를 덮어 Socket을 제조하거나 세라믹 기판의 아랫단을 PCB Circuit에 연결하여 Probe Card를 제조한다.

이는 짧은 신호 Line을 사용하기 때문에 고속 Test에 유리할 것으로 기대하였다.

판재는 BeCu 및 BeNi 판재를 사용하였다. 판재의 두께는 3 μ m 이상 제품은 주문 제작이 가능했으며 본 연구에서 사용한 것은 BeCu 25 μ m 두께의 제품과 BeNi 15 μ m 두께의 판재를 사용하여 제품을 제작하였다.

BeNi은 BeCu보다 기계적 특성이 3배정도 우수하나 에칭 특성은 BeCu가 우수하여 원하는 모양을 만드는 데는 유리하였다.

Socket Body의 경우 톨론 재질을 가공하여 제조하였고, 가공정도가 매우 미세하여 각 치공구를 제작하여 가공하였다(Fig. 1).

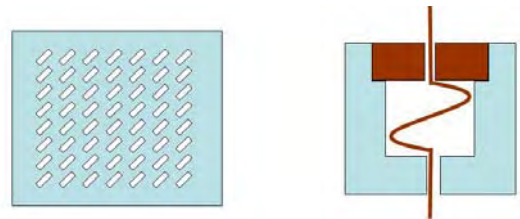


Fig. 1 Body of Socket and assembly Socket pin

3. 실험결과

Signal Path Length는 최초 개발시에 1mm로 설계코자 하였으나 Simulation 결과 1.8mm로는 구조적인 어려움이 있어 2.1mm로 설계 제작하였다.

실 제품도 설계에 따라 제작되었으며 치수는 $\pm 3 \mu$ m의 분포를 나타내고 있다.

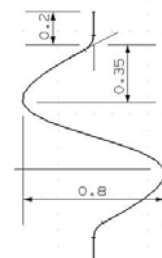


Fig. 2 Probe pin geometry

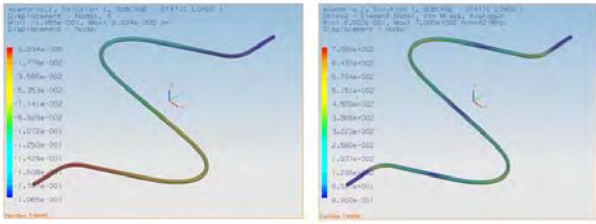


Fig. 3 Analysis result of the stress distribution and displacement(Thickness 20µm BeNi)

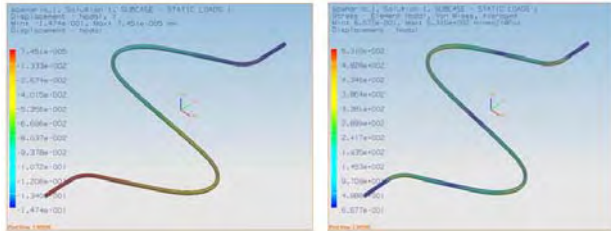


Fig. 4 Analysis result of the stress distribution and displacement(Thickness 15µm BeNi)

Operating Temperature은 -50℃~150℃까지 견딜 수 있는 것으로 최초 개발계획을 실시했으나 실질적으로는 Room ~ 120℃까지 Test를 실시하는데 문제가 없었다.

Cycling Test의 실시는 1000회 단위로 Contact Probe Pin을 동작 시킨 후 한 번씩 Force 값을 측정하였고 또 Pin Crack의 유무를 확인하였다.

변위량 0.1mm에 Force 값은 0.08gf/pin 정도로 측정되었으며 50,000회 Check시에도 변화가 없었으며, Pin Crack 등의 현상도 나타나지 않고 있다.

개발이 늦어짐에 따라 500,000회의Cycling Test는 하지 못했으나 구조적으로 500,000회 사용에는 별 무리가 없을 것으로 생각된다.

Planarity는 11µm로 매우 양호하게 나타나고 있는데 이는 간단한 Lapping 공정 적용 후의 Data 값을 측정 한 것이다.

이 수치는 일반적으로 Test Socket에 적용하는 데는 별 문제가 없으나 향후 기술의 확장으로 Probe Card에 적용하기 위해서는 추가적인 작업이 필요하며 특히 훨씬 더 정교한 Planarity의 제어가 필요하다.

실질적으로 Probe Card에서 요구되는 Planarity는 Probe Card 200mm 안에서 30 µ m이내에 들어와야 한다.

이는 실질적으로 이 과제를 통하여 개발한 Probe Tip을 Probe Card에 적용하기 위해서는 Spec을 훨씬 Tight하게 관리할 필요가 있음을 나타낸다(Table 1).

Table 1 Test result summation

항목	목표치	측정비
Frequency	3Ghz↓	2Ghz↓
Signal Path Length	1mm↓	1.8mm↓
Operating Temperature	-50~150℃	-50~120℃
Insertions(Cycling Test)	500,000↑	500,000↑
Contact Resistance	50mΩ↓	10mΩ↓
Planarity	0.03mm↓	0.01mm↓

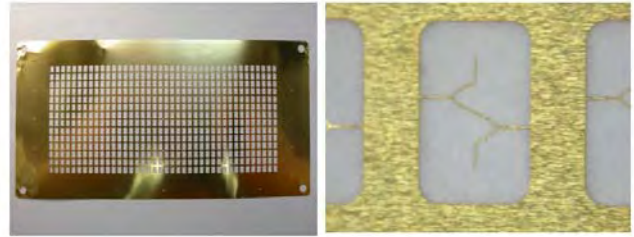


Fig. 5 Etching probe pin 판재 및 확대사진

4. 결론

신호선 길이를 제외한 모든 항목에 있어서 목표치를 만족하였다. 신호선 길이는 임피던스 특성 때문에 최소화시키는 것으로 설계하였으나 실질적으로 임피던스는 양호한 것으로 측정되었다.(Gold Plated)

온도특성과 Cycling Test의 결과도 양호하게 나왔으며 특히 Planarity는 매우 양호한 결과를 얻었다.

현재의 공정은 매우 어려워져 가공이 어려울 뿐 아니라 양산성에 한계가 많이 존재한다.

따라서 본 과제를 통하여 개발한 제품의 조립공정 및 가공공정의 개선을 통하여 양산성을 확보하는 것이 필요하다.

사용온도에 관한 조건은 Socket Guide의 플라스틱의 종류를 더 찾아보면 실제 사용온도의 한계를 더 늘릴 수 있을 것으로 생각된다.

만일 Probe Card용으로 사용하고자 할 경우 Probe Pin의 Contact Force를 1.5gf 이상으로 해야만 Al의 산화막을 뚫을 수 있으므로 Contact Pin의 두께 및 크기를 더 키워 알맞은 Force를 갖도록 설계를 변경하는 것이 필요하다.

후기

본 연구는 중소기업청의 2005년 중소기업기술혁신과제지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Rajiv, P., Dan, H., "P4 Probe Card - A Solution for AT-Speed, High Density, Wafer Probing", IEEE International Test Conference, 836-841, 1998.
2. Mark, B., Faith, I., Cuong, N., and Simon, W., "Array Probe Card", IEEE International Test Conference, 28-31, 1992.