

반도체 Wafer Test 시 Probe Mark 정밀도 향상 방안 연구 A Study on Accuracy Improvement of Probe Mark at Semiconductor Wafer Test

*#손기복¹, 함상식², 최명택², 이정섭², 박광우², 최우성³, 장주원³, 박상욱³, 이기두³
*#G. B. Son¹ (kibok.son@samsung.com)¹, S. S. Hahm², M. T. Choi², J. S. Lee², K. W. Park²,
W. S. Choi³, J. W. Jang³, S. W. Park³, G. D. Lee³

¹삼성전자공과대학교 반도체공학과, ^{2,3}삼성전자반도체 TEST 기술, ²세크론

Key words : EDS, Wafer Test, Probe Mark, Probing Miss, Auto Probing

1. 서론

반도체 제품에서 Wafer level 의 Chip 에 대한 전기적 특성 검사는 Chip 의 Pad 와 Probe card 의 Needle 을 직접 접촉한 상태에서 진행된다. 이때, Needle 은 접촉된 Pad 표면에 흔적을 남기게 되는데, 이 흔적을 Probe mark 라고 한다. 이 Probe mark 가 Pad 를 벗어나게 되면, Chip 에 대한 물리적인 Damage 를 주거나, 접촉 불량 이 발생할 수 있다. 결국 Probe mark 에 대한 관리는 수율 관리에 중요한 인자가 된다. 최근의 System LSI 제품은 Cost down 을 위한 Shrinkage 가 활발히 이루어 지고 있다. 더욱이, 고객의 Needs 에 의해 Pad 수 또한 급격히 증가하고 있어, Pad size 감소는 피할 수 없는 추세 가 되었다. 특히, Automatic test equipment(ATE)에서 Pad size 감소로 인한 Probe mark 의 편차는 점차 Control 하기 어려운 여러 문제를 발생 시키고 있고, 이의 개선을 위한 여러 연구가 진행되었다. 하지만, 기존의 연구 사례를 보면 Probe mark size 변화에 대한 연구 [1] 및 검출방법 개선을 통한 Probe card 의 특성 개선[2, 3]에 대한 연구가 대부분이어서, Actual probing 에서의 문제점들을 충분히 대변 하지 못하였다. 본 논문에서는 Probe mark 정밀도에 영향을 주는 주요 인자를 발굴하고, CMS tool 을 이용한 측정을 통해 그 변화를 보다 정밀하게 조사하였다. 이를 통해, Actual probing 조건에 대한 Guide line 을 제시할 수 있었다.

2. 본 론

ATE 에서 Wafer level test 는 한번의 Wafer

alignment 를 수행한 후, 모든 Chip 을 Test 하게 된다. Fig. 1 a) and, 1 b) 는 Probe mark 와 Probe card needle 각각에 대한 근접 촬영 사진이다.

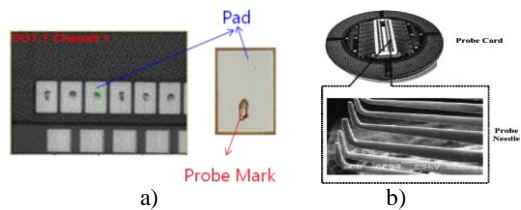


Fig. 1 a) Probe mark and, b) Probe card needles. [4]

Fig. 2 의 Probe needle 이 Pad 와 접촉하여, Fig. 1 과 같은 Probe mark 를 남기게 된다. 하지만, 한번의 Alignment 로는 모든 Chip 에 대한 Probe mark 의 정밀도를 일정하게 유지하기 어렵기 때문에, 반복 측정 시 Probe mark 의 위치는 변화하게 된다. 본 논문에서는 Probe mark 의 정밀도를 측정하여 이를 보정하여 결과를 확인하였다. 먼저, 자체 개발한 Tool 인 CMS (Contact measurement system)를 통해 Prober 설비의 Probe mark 정밀도를 측정하여, 현재의 공정 수준을 파악하였다. 정밀도 측정 결과는 Fig. 2 에 나타내었다. 정밀도 측정은 12inch wafer (Net die = 3000chips)에 대해 IP-300H 설비를 이용하여 진행되었고, Probing 조건은 30℃에서 8.5mm 의 Probe card depth 를 설정하였다.

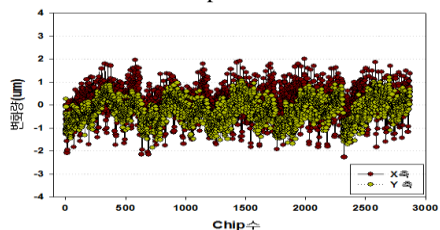


Fig. 2 Repeat accuracy measurement of X, Y axis

Fig. 2의 정밀도 측정결과를 통해, Actual probing 조건에서의 편차는 $\pm 2.3\mu\text{m}$ 수준으로 설비의 보증 Accuracy인 $\pm 1\mu\text{m}$ 를 크게 초과하는 것을 확인하였다. 이러한 열화는 열의 전도에 의한 변형, Probe card depth를 맞추기 위한 z축의 높이 그리고 Wafer 영역별 기구적 조건들에 의해 발생하는 것으로 파악되었다.

CMS 측정 결과를 기준으로, Matrix 보정 system을 적용한 결과, Fig. 3와 같은 개선 효과를 얻을 수 있었다. Test된 모든 Chip에 대해 Probe mark의 정밀도는 $\pm 1\mu\text{m}$ 이내로 유지되었다. 이를 통해, 장비의 보증 범위 내로 완전히 보정될 수 있음을 확인할 수 있었다.

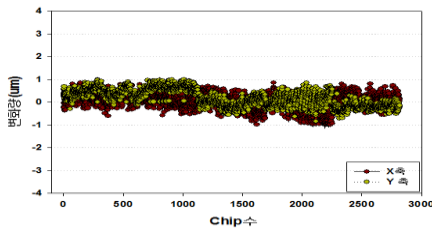


Fig. 3 After adjustment for measurement repeats accuracy of X, Y axis

Actual probing의 정밀도를 확인하기 위한 추가적인 실험은 고온(80°C 이상)에서 진행되었다. Fig. 4는 열전도 차이로 인한 Probe mark의 시간적 변화를 나타내고 있다.

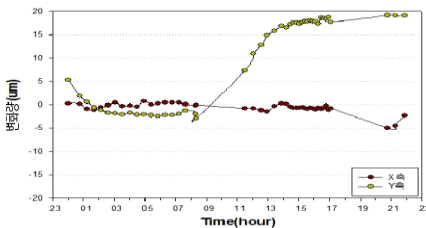


Fig. 4 Heat Distortion measurements

고온 보정을 위해, 기존의 Probe card needle을 이용한 보정 방법을 사용한 결과, $\pm 6\mu\text{m}$ 의 변화가 발생하였다. 이는 여전히 관리 기준을 넘어서는 수준이며, Needle의 오염이나, 수시로 팽창/수축되는 영향을 완전히 보정할 수 없기 때문일 것으로 판단된다. 본 논문에서는 고온의 불량 요인들을 제거하고 보정할 수 있도록, Head plat에 Camera가 인식할 수 있도록 GRT (Glass reticle target)를 장착하는 방법을 개발하여 적용하였다. GRT 장착 후 고온 변화량은

$\pm 1\mu\text{m}$ 수준으로 개선되었으며, 보정 시간도 기존에 비해 단축됨을 확인하였다. 고온 보정 결과는 Table. 1에 제시하였다.

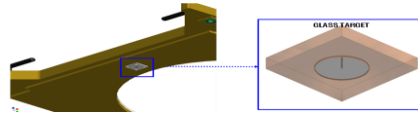


Fig. 6 Apply of GRT

Table. 1 The comparison between correction methods.

Item	Needle Correct	GRT Correct
Variation	$\pm 6\mu\text{m}$	$\pm 1\mu\text{m}$
Time	20 ~ 25sec	3~5sec

3. 결론

Probe mark의 정밀도 유지를 위해서는 Actual probing 조건에서 측정할 수 있는 방법을 찾아 평가되는 것이 가장 중요함을 확인하였다. 본 논문에서는 자체 개발한 CMS tool과 Matrix 보정 System을 이용하여, 측정과 보정을 진행하였고, 이를 통해 probe mark의 정밀도를 보다 정확히 유지할 수 있음을 확인하였다. 또한 정밀한 측정을 통해 고온에서의 변화에 대한 대책을 마련할 수 있었다. 고온에서 외부 환경적 요인을 차단 시킬 수 있는 GRT를 개발하여 적용한 결과, 고온에서의 정밀도와 보정시간이 개선됨을 확인하였다. Pad size의 감소로 인해 Prober 장비의 고정밀도가 지속적으로 요구되는 만큼, Actual probing을 대변할 수 있는 보정 방법의 연구가 지속되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Chau-Shing Wang, "Application of Image Processing to Wafer Probe Mark Area Calculation", National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan, IEEE, 2010
2. 김윤수, "Wafer Test 공정에서 Probing error의 전기적 검출 방법에 관한 연구", 한국정밀공학회, 2010
3. 임기섭, "온도센서를 이용한 Probe Card 특성 개선", 삼성반도체, 2011
4. Meng-Kai Shih, "Design Optimization of Needle Geometry for Wafer-Level Probing Test", IEEE, 2009