

기하 광학적 Coma 성분 최적화를 통한 Photo Lithography 패턴 Contrast 향상에 관한 연구 A Study on the Contrast Improvement for Photo Lithography Pattern by Optimization of Coma Factor in Geometrical Optics

* 이강해¹, #김종규²,

*G.H Lee¹, #J. K. Kim(jongkyu43.kim@samsung.com)²

¹삼성전자공과대학교 반도체공정학과, ²삼성전자 반도체 연구소 공정개발

Key words : Aberration, Coma, Photo Lithography, Scanner

1. 서론

Semiconductor Device 에서 요구 되는 Chip Size 는 갈수록 Shrink 되고, 이에 따라 미세 Photo Lithography Pattern 을 형성하는데 요구되는 공정 난이도는 더욱더 증가되고 있다. 이로 인해 Photo Lithography 공정 중에 발생하는 PR Pattern Contrast 저하는 Chip 의 품질을 저해하는 가장 큰 요소 중의 하나로 나타나고 있다.

본 논문에서는 Contact Type Pattern 을 형성하는 Photo Lithography 공정에서 Coma 성분에 의한 Fig. 1 과 같은 Ghost Pattern 발생을 확인 하고, Zernike Moments 을 이용하여 Coma 성분의 수치와 Unit Circle Map 확인 및 최적화를 통하여 Pattern 의 Contrast 를 높여, Ghost Pattern 을 형성하지 않도록 개선하는 방법을 제시하고자 한다.⁽¹⁾

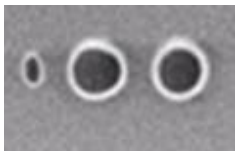


Fig. 1 Two Circle Pattern and One Ghost Pattern

2. 본론

본 논문의 실험은 ASML 사의 Twin Scan-XT 1400 설비를 이용하여 진행 하였다. Pattern Contrast 에 영향을 끼치는 Coma 성분은 Zernike Moments Equation 을 통해 아래와 같은 수식으로 Real 부와 Image 부로 나누어 연산되며, 이로부터 그 수치와 Unit Circle 내 Image Intensity 분포 Map 을 구하게 된다.⁽²⁾

$$VR_{pq}(r, \theta) = R_{pq}(\rho) \cos(2k\theta + \theta) \quad (1)$$

$$VI_{pq}(r, \theta) = R_{pq}(\rho) \sin(2k\theta + \theta) \quad (2)$$

최적화 전 Coma 수치 값은 0.6nm 였다. 이 조건의 Unit Circle Image Intensity 분포를 위의 식을 통해 구하면, Fig. 2 (a) 에서 보듯 X-coma 가 Dish 형태를 보이면서 Y-coma 보다 대체적으로 높은 값을 나타냄을 확인할 수 있다.

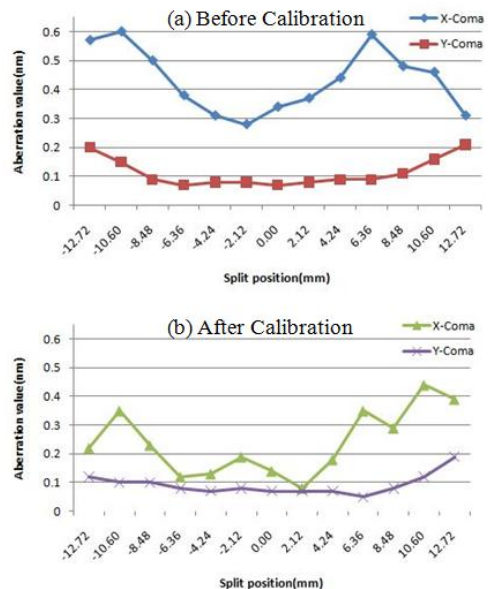


Fig. 2 Before/After Calibration, Slit Position Data of Coma

Fig. 3 (a)는 이 Coma 값에 대한 수치

시뮬레이션 결과이다. Coma 수치가 0 nm 인 경우와 같이 비교해 보면, Coma 수치가 최적화되어 있지 않을 때의 결과는 Contrast 가 낮을 때 얻어지는 Pattern 변형 형태와 동일함을 알 수 있다. 이로부터 위 결과에서 통하여 얻은 실측 치와 시뮬레이션 데이터 결과를 토대로, 설비 내부 렌즈의 미세 위치 조정을 통하여 수차 최적화 작업을 진행하였다.

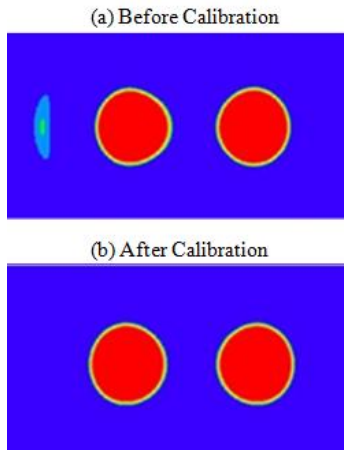


Fig. 3 Coma Simulation data (a) coma 0.6nm, (b) coma 0nm

그 결과 최적화된 Coma 수치는 0.46nm 으로 얻어졌으며, 수차 최적화 작업 전과 비교 시 Fig. 4 (b)에서 확인할 수 있듯이 Unit Circle 내 Image Intensity 분포가 Wafer 전체에 걸쳐 Uniform 해진 것을 알 수 있다.

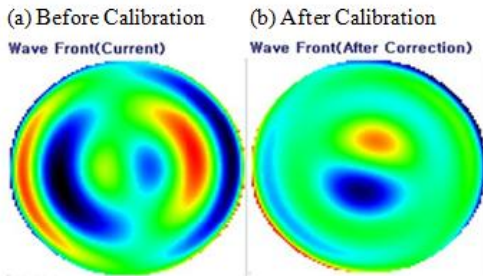


Fig. 4 Before /After Correction Coma Unit Circle Map

Fig. 2 (b)에서 Slot 별 Coma 수치를 보면 X-

coma 의 Dish 형태는 여전히 존재 하나 그 수치가 낮아져 Y-coma 와 차이가 줄어들었음을 확인할 수 있다. 위의 결과를 바탕으로, 실제 Photo Lithography 공정을 진행하여 얻은 결과가 Fig. 5 이다. 결과적으로 Coma 수치 최적화를 통하여 Pattern 의 Contrast 가 실제적으로 향상 되었음을 확인할 수 있었다.

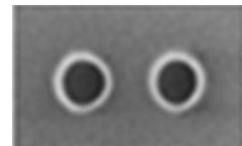


Fig. 5 Contrast of pattern after Coma Optimization

3. 결론

본 논문은 Coma 수치의 크기와 형태를 구하고, 그 값을 최적화 하여 Pattern Contrast 를 향상 시키는 방법을 제시하였다. Zernike Moments 를 이용하여 Coma 를 수치화하고 Unit Circle 내 Image Intensity 를 모델링 및 시뮬레이션을 진행하여 실험 전과 후의 Coma 수치 정도를 비교 하였으며, 이로부터 실제 패턴 현상 후 개선이 된 것을 최종 확인 하였다.

참고문헌

1. Fan Wang, Xiangzhao Wang, Mingying Ma, Dongqing Zhang, Weijie Shi, Jianming Hu, "Coma measurement using a PSM and transmission image sensor", *SCIENCE DIRECT, Optik*, **117**, pp21~25, 2006.
2. Chee-Way Chong, P.Raveendran, R.Mukundan, "A comparative analysis of algorithms for fast computation of Zernike moments", *PATTERNRECOGNITION, PatternRecognition*, **36**, pp 731~742, 2003.