

ArF Excimer Laser 리소그래피용 광학계 설계 및 Tolerancing Design and Tolerancing of ArF Excimer Laser Optics for Lithography

이각현, 김도훈, 정해빈, 유형준
한국전자통신연구소 반도체연구단

반도체의 고집적화와 대용량화에 따라 다음세대 DRAM 생산을 위해 최소 선폭 0.18 μm 이하의 구현을 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 이 중에서 193nm의 ArF 엑시머레이저를 조명광원으로 하는 노광장비는 차세대 리소그래피용 노광장비로서 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 이런 노광장비에 사용할 광학계를 설계하고 제작시 허용오차에 대해서 분석하였다.

광학계는 반사경, 편광선속분할기(polarizing beam splitter), 1/4 파장평판(quarter wave plate)과 몇장의 렌즈로 구성된 카타디옴트릭 투영광학계(그림 1)로 설계되었으며, 시뮬레이션에 의해 성능을 평가하고 tolerancing하였다.

설계된 광학계의 기본 사양은 개구수 0.5, 배율 4:1, 상크기 $\phi 24 \text{ mm}$ (슬릿 $22 \times 5 \text{ mm}$)이다. 설계된 광학계의 분해능은 회절효과를 고려한 MTF(그림 2)로 판단해볼 때 0.2 μm 이하의 성능을 가지며, 0.25 μm 의 해상력을 가질 때에 DOF는 0.5 μm 이고, 왜곡수차는 전 시계에서 0.0001%이하의 성능을 가진다. 또한 이 광학계를 제작하기 위하여 tolerancing을 실시하여 반사경 곡률반경 공차 $\lambda/10$, 렌즈 곡률반경 공차 $\lambda/4$, 두께 공차 $\pm 5 \mu\text{m}$, 편심 공차 0.5분의 가공 허용 오차와 사용 광원의 파장 대역폭 300pm, 허용 온도 공차 $\pm 0.1 \text{ }^\circ\text{C}$ 등을 산출하였다.

[참 고 문 헌]

1. M. Rothschild et al., "Photolithography at 193nm," J. Vac. Sci. Technol. B11(6), Nov./Dec., 2989(1992).
2. Hai Bin Chung et al., "Design of 193-nm Projection Optics," Second International Symposium on 193nm Lithography : Digest of Abstract, 50(1996).

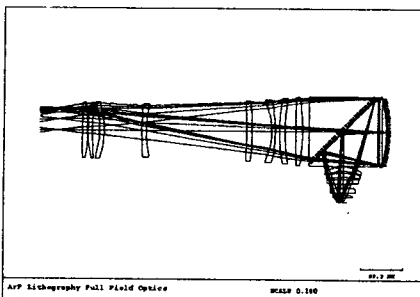


그림 1. 설계된 ArF 엑시머레이저용 full field 광학계의 광로도

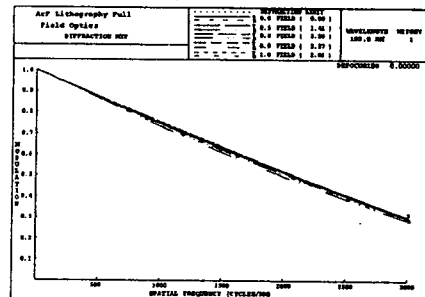


그림 2. 회절효과까지 고려한 광학계 MTF 곡선