

# Optolith

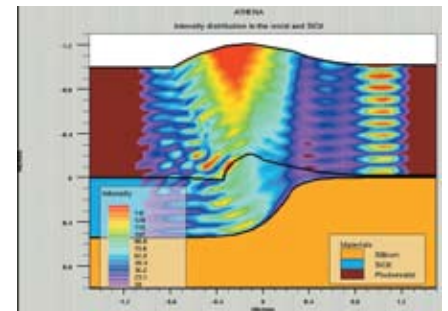
## ADVANCED 2D OPTICAL LITHOGRAPHY SIMULATOR

Optolith는 강력한 비평면 2D 리소그래피 시뮬레이터로서, 현대 마이크론 이하급 리소그래피의 모든 측면-영상, 노광, 포토레지스트 베이크, 현상, 리플로우-을 모델링합니다. Optolith는 마스크의 인쇄 적합성 및 공정 제어의 실험적인 평가에 대해 빠르고 정확한 대안을 제시합니다. Optolith는 대규모의 마스크에 대한 저항 갭(mask-to-resist gap)으로 투사 영상과 근접 인쇄를 시뮬레이션합니다. Optolith는 MaskViews에서 사용하는 특정 포맷 외에, GDSII, CIF 포맷에 맞는 모든 상업적인 IC 레이아웃 톨과 완벽하게 연계됩니다. ATHENA 공정 시뮬레이션 프레임워크의 일부로서, 확산, 산화, 주입, 식각, 증착 시뮬레이션 기능과 유연하게 통합됩니다. 이러한 시뮬레이션 환경으로, 산화, 증착, 식각에 의해 만들어진 다층 비평면 구조의 복잡한 리소그래피 효과를 분석합니다. 또한 실제 포토레지스트 마스크 형상을 고려하여, 주입과 식각 공정 단계를 조사 및 최적하기 위한 독자적인 기능을 제공합니다.

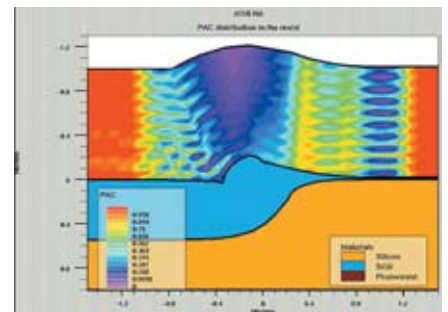
### Optolith의 특징과 모델

- 투사 영상
- 광대역 조명에 의한 근접 인쇄
- 유연한 광원: 형상(원형, 사각형, 가우시안, 안티-가우시안, SHRINC/QUEST, 고리형, 축상, 축외) 및 파장(g,h,i, DUV, broad line)
- 초점 흐림(defocus), 수차(aberration, 최대 9차), 공간 필터링, 부분 간섭, 대규모 개구수(numerical aperture, 이하 NA)에 대한 광학 모델
- DeckBuild의 레이아웃 구문 또는 MaskViews로 생성한 특별한 레이아웃 파일에 의해, 레이아웃 마스크의 특성을 지정할 수 있습니다.
- 레이아웃 구문으로 사각형, 삼각형, 원형 형상을 지정할 수 있습니다.
- MaskViews는 사용자가 생성한 레이아웃 외에 GDSII, CIF 포맷도 취급합니다.
- MaskViews에서 전체 마스크 레이어 또는 개별 마스크 특성에 대한 마스크의 투과율 및 위상 편이를 설정할 수 있습니다.
- 여러 마스크 레이어의 연속적인 조명으로 생성한 영상을 결합하여 시뮬레이션합니다.
- 광선 전파 메소드(Beam Propagation Method, 이하 BPM)에 기초한 노광 공정 모델을 제공하여, 비평면 구조에서의 반사 및 회절 효과를 명확하게 설명합니다.
- 노광 공정의 흡수량으로 물질의 광학적인 속성의 지역적인 변화를 고려합니다.
- 노광-후 베이크(post-exposure bake)에서 광반응 화합물(photo-active compound, 이하 PAC) 확산에 대한 2D 시뮬레이션을 제공합니다.
- 6개의 고급 개발 모델(Mack, Kim, Dill, Trefonas, Eib, Hirai)을 제공합니다.
- 현상-후 베이크(post-development bake)에서 포토레지스트 리플로우의 시뮬레이션에 필요한 점성 물질의 흐름 모델을 제공합니다.
- TonyPlot에서 공중상(aerial image)을 2D/3D로 나타냅니다.
- 최종 포토레지스트 프로파일 외에, 강도 및 PAC 분포를 2D로 나타냅니다.
- DeckBuild의 추출 기능은 강력한 공정-후 분석을 제공합니다. 여기에는, 영상의 불규칙성, 영상 윤곽의 근접성, 임계 치수(critical dimension), 포토레지스트 형상의 두께 및 기울기 등에 대한 평가가 포함됩니다.
- 다중 루프 시뮬레이션과 결합한 추출 성능은 DeckBuild의 DBInternal 기능을 사용하여, Smile Plot과 ED Tree 등의 다변수(multi-variable) 공정 분할 해석에 편리한 톨을 제공합니다.
- Virtual Wafer Fab에서 자동화된 대규모 실험 기능을 이용할 수 있습니다.

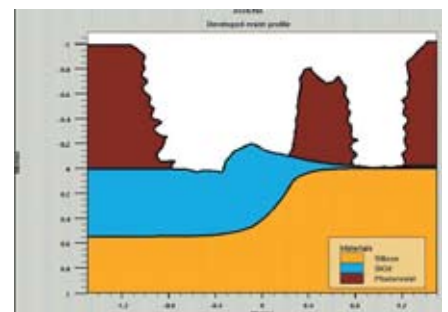
### 완벽한 포토리소그래피 공정



강도 분포



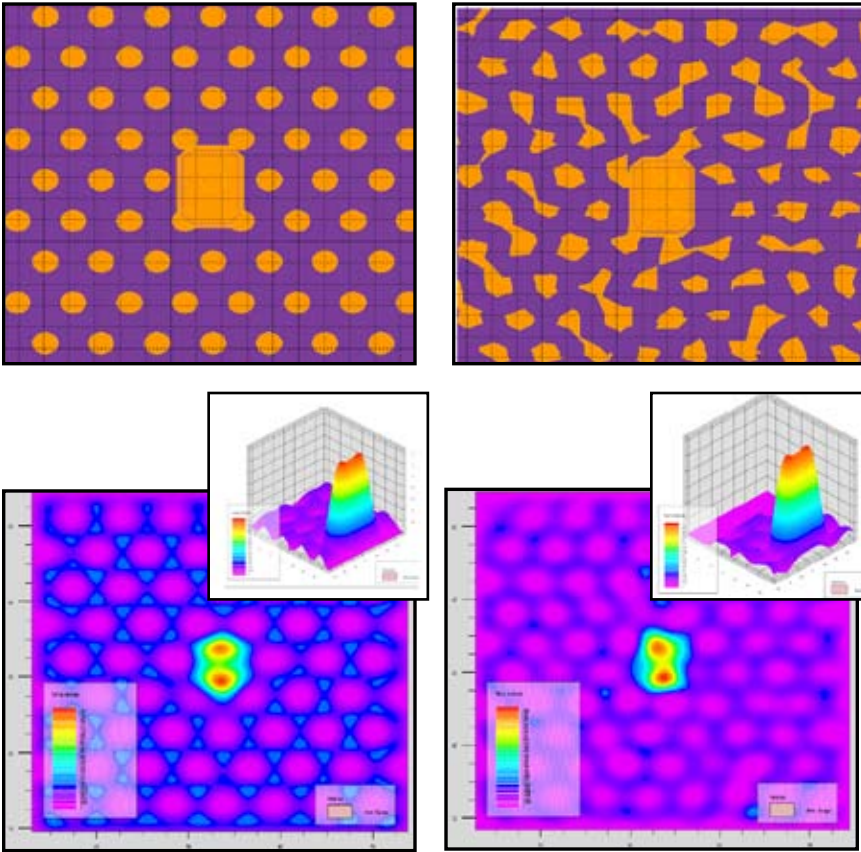
PAC 분포



현상 프로파일

# SILVACO

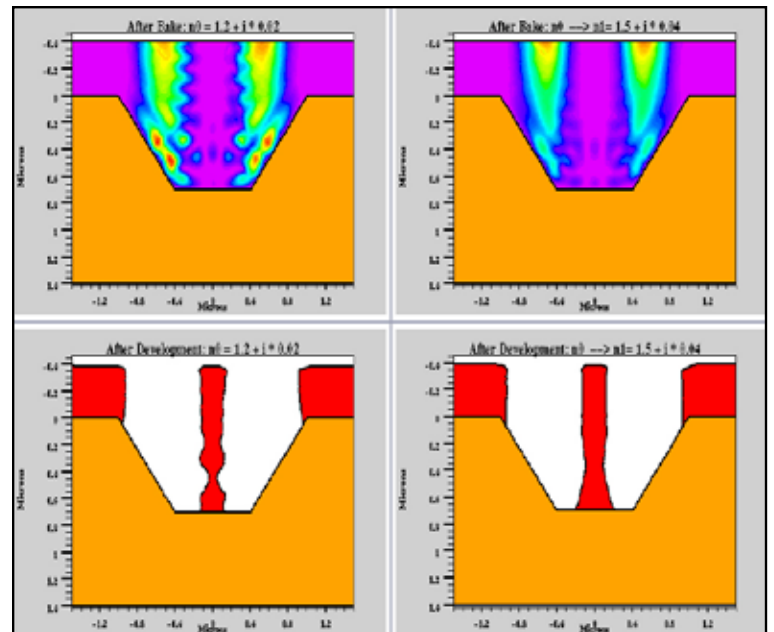
## 다양한 투명도와 위상 편이를 갖는 복합적인 마스크 영상



위의 두 그림은 규칙적인(6각형) 형상과 불규칙적인 형상을 갖는 GDSII 레이아웃을 MaskViews로 나타냅니다. 이는 LCD에 적용하기 위한 시험적인 레이아웃입니다. Optolith는 MaskViews와 연계하여, 투과율과 위상 편이를 다양하게 설정할 수 있습니다. 여기서 중앙의 8각형은 100%의 투과율을 갖지만, 작은 규칙적/불규칙적인 점은 19%의 투과율과 45°의 위상 편이를 나타냅니다. 아래 두 그림은 Optolith의 투사 영상 모듈로 계산한 2D 공중상을 나타냅니다(작은 그림은 중앙의 8각형 점을 3D로 나타냅니다).

## 비평면 구조에서의 노광 및 현상 시뮬레이션

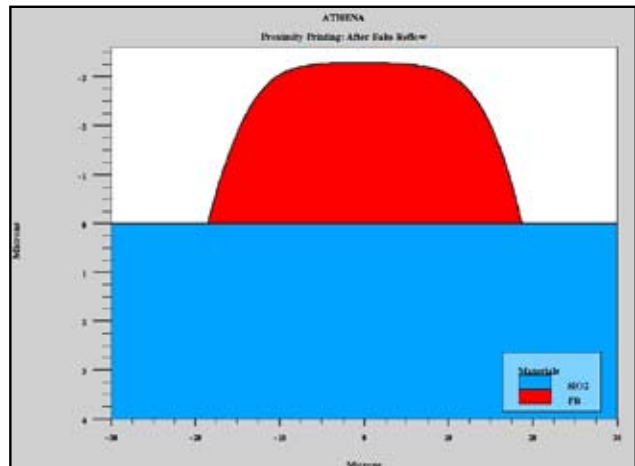
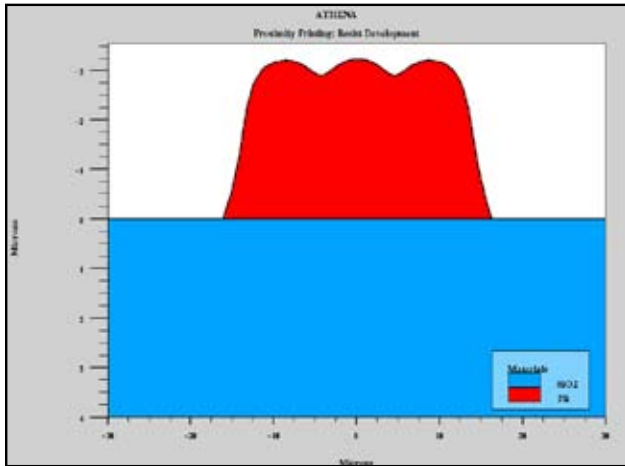
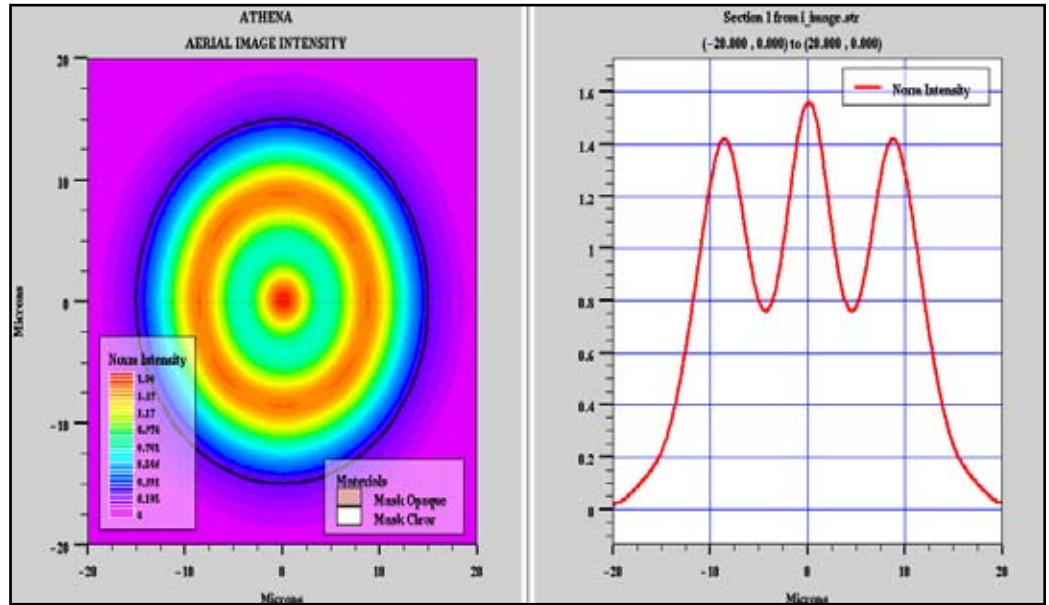
Optolith는 비평면 구조를 정확하게 처리할 수 있으므로, 타사의 상용 리소그래피 시뮬레이터에 비해 커다란 장점을 갖습니다. 첫번째, SSuprem4 및 Elite 모듈과 유연하게 통합되어, 전형적인 비평면 기관 구조를 사용할 수 있습니다. 두번째, 리플로우 공정을 이용한 레지스트 평탄화 시뮬레이션이 레지스트 레이어의 실제 형상을 제공합니다. 세번째, BPM은 임의의 형상을 갖는 모든 비평면 레지스트 레이어에서의 회절 및 다중 반사 효과를 정확하게 설명합니다. 또한, BPM은 흡수한 빛 에너지로 레지스트 굴절 속성의 지엽적인 변화를 고려합니다. 다음 예는 이러한 비평면 특성과 특히 레지스트의 광 속성에 대한 노광량의 영향을 설명합니다. 이 그림은 비평면 구조의 강도 분포(위의 두 그림)와 상응하는 현상 레지스트 프로파일(아래 두 그림)을 나타냅니다. 왼쪽 두 그림은 포토레지스트 굴절 지수가 일정한 경우에 부합합니다. 오른쪽 두 그림은 포토레지스트 굴절 지수가 축적된 노광량에 선형적으로 변화하는 경우에 부합합니다. 최종 구조를 비교해 보면, 노광량의 영향이 매우 뚜렷하여 반드시 참작해야 한다는 것을 알 수 있습니다. 현상 공정에서 경사진 벽에 의한 강력한 반사와 이어지는 언더컷(undercut)은 레지스트 특성을 완벽할 만큼 제거할 수 있습니다.





## 근접 인쇄

AMLCD 기술에 매우 비용 효율적인 솔루션이라는 점이 밝혀져서, 감소 렌즈가 없는 근접 인쇄 또는 영상이 최근에 다시 주목받고 있습니다. "표준" 투사 기술 매소드를 단순화한 것만으로는 근접 인쇄를 정확하게 시뮬레이션할 수 없었습니다. 그리하여, Optolith에서 분할 근접 인쇄 모듈을 구현하였습니다. 이것은 MaskViews 뿐만 아니라, 다른 리소그래피 시뮬레이션 모듈과도 유연하게 통합됩니다.



상단의 그림은 반지름이 15마이크론인 원형 형태의 근접 인쇄 영상을 나타냅니다. 이것은 AMLCD에 쓰이는 일반적인 형태의 크기입니다. 마스크와 레지스트 막 사이에 150마이크론의 거리(갭)에 대해 계산한 영상입니다. 단일 i-line 조명을 사용하였습니다. Optolith의 다중-영상, 다중-노광 기능에 의해, 백색 스펙트럼의 주요 라인에 대한 다양한 영상/노광 시뮬레이션 결과를 조합하여, 광대역 조명이 가깝게 하였습니다. 강도 변화는 근접 영상에 일반적입니다. 광대역 조명에서 이러한 변화는 약간 감소합니다. 아래 그림은 이어지는 리소그래피 단계의 결과를 나타냅니다: 노광 및 베이킹을 마치고, 네거티브 레지스트를 현상하였습니다. 현상된 레지스트는 전형적인 "ripple" 패턴(왼쪽)을 나타냅니다. 현상이 끝난 후의 베이킹/리플로우는 패턴을 제거합니다(오른쪽).

# SILVACO

(주)실바코 코리아

134-020

서울특별시 강동구 천호동 469-1

스타시티빌딩 5층

Phone: 02-447-5421

Fax: 02-447-5420

E-mail: krsales@silvaco.com

WWW.SILVACO.CO.KR

Rev. 112807\_07