

ATHENA 1D

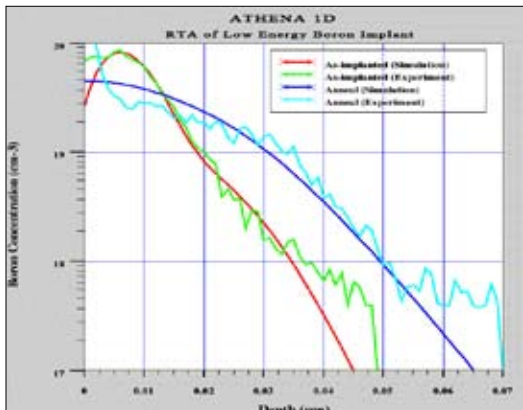
1D PROCESS SIMULATOR

ATHENA 1D는 업계 표준인 ATHENA 2D 공정 시뮬레이터 성능의 1D 모드입니다. ATHENA 1D는 반도체 공정에서 만들어지는 불순물 분포와 두께의 예측에 사용되는 포괄적인 범용 1D 공정 시뮬레이터를 구성합니다. 다양한 제조 기술의 설계 및 최적화를 위해, 반도체 업계에서 폭넓게 사용되는 실바코의 2D 공정 시뮬레이터 ATHENA와 동일한 물리 모델을 사용합니다. 따라서, ATHENA 1D는 매우 정확하고, 대단히 빠릅니다. ATHENA 1D는 몇 분만에 전체 공정 플로우를 시뮬레이션할 수 있습니다. 또한, DeckBuild 실행 환경 및 TonyPlot 그래픽 패키지와 함께 제공되므로, ATHENA 1D는 사용하기 편리합니다. 그러므로, ATHENA 1D는 내장된 유틸리티와 Design Of Experiment 기능뿐만 아니라, 입력 파일 편집같은 DeckBuild의 모든 기능을 이용할 수 있습니다.

앞선 확산 시뮬레이션

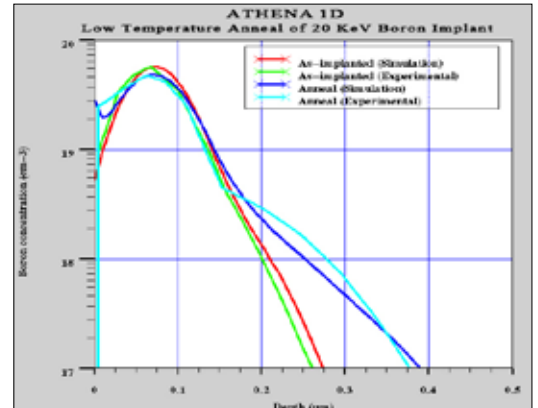
낮은 열 소모 비용(thermal budget) 공정과 극히 얇은 접합의 성공적인 사용은 90nm 이하 테크놀로지 노드에 핵심적인 제조 이슈입니다. ATHENA 1D는 점 결함 및 결함 클러스터 생성/재조합 등의 고급 확산 모델을 이용하여, 후속 급속 열 처리(RTA) 또는 초저온 노 처리(furnace annealing)로 저에너지 주입을 정확하게 시뮬레이션할 수 있습니다.

RTA 확산



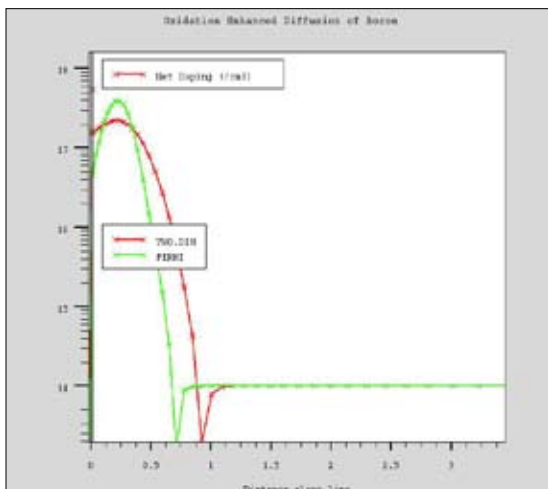
2keV에서 $1.0 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$ 의 이온을 주입한 후, 1000°C 에서 10초간 수행한 붕소(B) 확산 시뮬레이션(B. Colombeau의 박사 논문 실험). 표면의 강력한 결함 재조합과 다양한 쌍 및 결함 클러스터의 고속 생성/재조합 등의 결함 현상을 설명할 필요가 있으므로, 이러한 형태의 시뮬레이션은 대단히 어렵습니다. 하지만, ATHENA의 고급 확산 모델은 실험 프로파일에 상당히 일치함을 보여줍니다.

저온 과도 촉진 확산

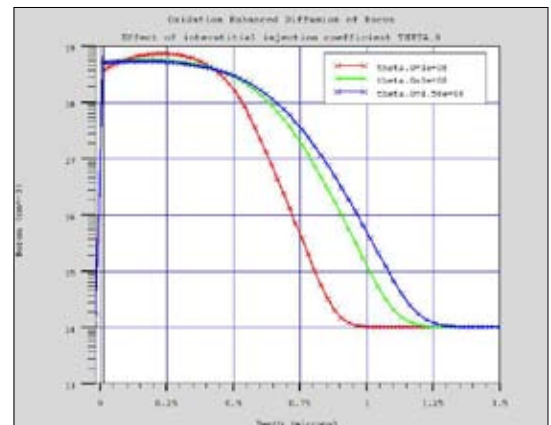


20keV에서 $1.0 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$ 의 이온을 주입한 후, 800°C 에서 35분간 수행한 붕소(B) 확산 시뮬레이션(S.Solmi 외 실험). 혼합 불순물-결함 클러스터 때문에 고용도(solid solubility) 레벨 밑에서도 불순물의 상당 부분이 비활성 상태에 있습니다. ATHENA 1D는 정교한 BIC(Boron Interstitial Cluster) 모델을 포함하여, 정확하게 이 효과를 예측합니다.

산화



산화 환경에서의 붕소 확산 시뮬레이션. 실리콘이 산화되는 비율로 점 결함이 실리콘에 주입됩니다. 이러한 점 결함은 보통 산화 촉진 확산(Oxidation Enhanced Diffusion, 이하 OED)으로 언급되는 확산 증가를 초래합니다. TWO.DIM 모델이 확산 붕소와 함께, 산화 Si-SiO2 경계에 의해 생성된 커플링 점 결함(간극 및 빈자리)이 미치는 영향을 포착합니다.



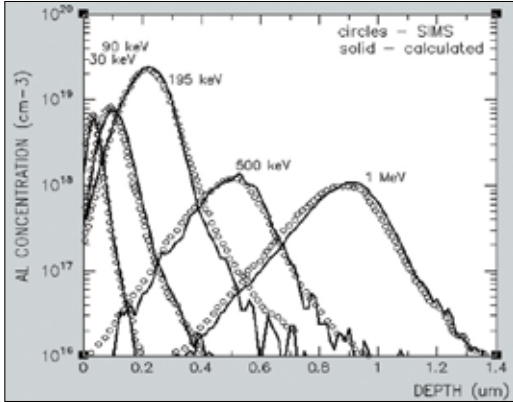
위 그림은 OED의 조절을 위한 간극 주입 계수 THETA.0의 영향을 나타냅니다.

이온 주입 시뮬레이션

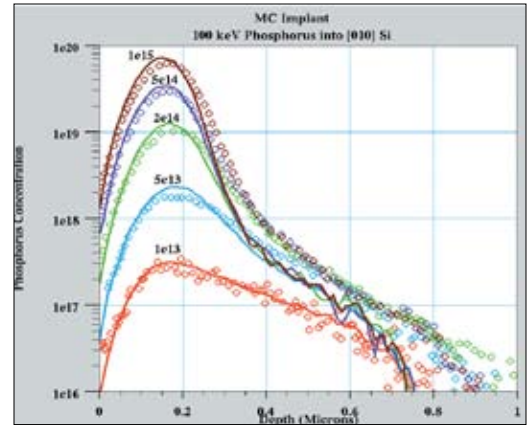
여러가지 해석적인 몬테 카를로 주입 모델은 모든 현대 반도체 제조 기술에서 사용되는 이온 주입을 정확하게 시뮬레이션합니다.

위 그림은 MC Implant를 이용한 시뮬레이션 결과로서, 측정 데이터와 비교합니다. 그림에서 선은 MC Implant 시뮬레이션 프로파일을, 사각형은 SIMS 프로파일을 나타냅니다. 100KeV, 경사도=0°에서, $10^{13}\text{cm}^{-2}\sim 10^{15}\text{cm}^{-2}$ 범위로 주입한 인(P)의 깊이 프로파일을 실험적으로 계산하였습니다. 실험은 다음을 참조하였습니다: R.J. Schreutelkamp et al., "Channeling Implantation of B and P in Silicon", Nuclear Instruments and Methods, B55, pp. 615-619, 1991.

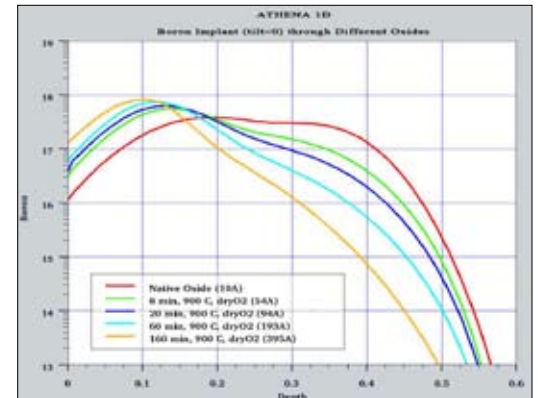
6H-SiC에 대한 알루미늄 주입



30, 90, 195, 500, 1000 keV에서 6H-SiC에 3.0×10^{13} , 7.9×10^{13} , 3.8×10^{14} , 3.0×10^{15} ions/cm²의 알루미늄을 주입한 몬테 카를로 시뮬레이션입니다. 채널링을 방지하기 위해 축에서 9° 벗어나 있습니다. SIMS 데이터는 다음을 참조하였습니다; Hernandez-Mangas, et.al. Journal of Applied Physics, v.91, pp.658--667, 2002.



산화막 두께가 붕소(B) 주입 프로파일에 미치는 영향



위 그림은 상이한 두께의 성장 산화막을 통한 35keV, 1.0×10^{13} ions/cm² 축상 붕소 주입을 비교합니다. 오스틴의 텍사스 주립대학에서 제공한 표에 기초하여, SVPD(SIMS-Verified Dual Pearson) 분석 모델을 사용합니다.

물리적인 모델과 특징

확산

- 불순물 확산은 점 결함 확산과 완벽하게 연결
- 산화 촉진/지연 확산
- 급속 열 처리 및 과도 촉진 확산(Transient Enhanced Diffusion, TED)
- 고농도 효과
- 주입으로 유도된 점 결함, 불순물-결함 클러스터, {311} 간극 클러스터에 의한 TED 효과
- 도너/액셉터 공동-확산(co-diffusion) 효과

산화

- 실리콘 및 폴리실리콘 물질에 대한 분리율 계수
- HCL 및 압력 촉진 산화 모델
- 불순물 농도 종속 효과

주입

- 실험적으로 검증된 피어슨, 듀얼 피어슨 주입 모델
- 가우시안 형태가 아닌 깊이-의존형 측면 주입 분포 함수
- 에너지, 주입량, 기울기, 회전 및 산화막 두께의 변화 등으로 확장된 주입 모멘트 표
- 사용자-정의 또는 몬테 카를로 추출된 주입 모멘트
- MC Implant 모듈과 유연한 인터페이스로, 에너지, 주입량, 기울기, 회전의 폭넓은 변화에 대해 1D 주입 프로파일을 정확하게 시뮬레이션

ATHENA 1D는 포함합니다:

- ATHENA 1D 공정 시뮬레이터
- DeckBuild 실행 환경
- TonyPlot 그래픽 뷰어
- 1D 예제, 문서 및 소프트웨어 업데이트

기술지원은 포함되지 않습니다

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. 090909_01