

Device3D

3D DEVICE SIMULATOR

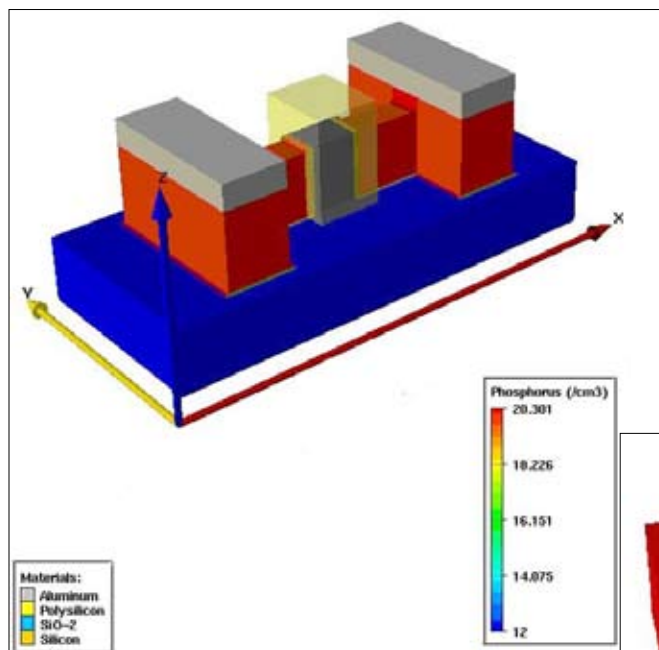
Device3D는 모든 형태의 소자에 쓰이는 물리 기반 3D 소자 시뮬레이터로서, 오늘날 일반적으로 사용되는 반도체 물질에 대한 물성을 포괄합니다. 광자 흡수, 광자 발산, 벌크 및 경계면 트랩, 자기장, 발열, 전리 방사선의 충격, 핫 캐리어 및 터널링 효과 등 물리적인 현상을 반도체 방정식으로 일관되게 시뮬레이션할 수 있습니다. 그리하여, 태양 전지, CMOS 센서, LED, TFT, EPROM, 진보적인 기술의 CMOS와 파워 소자 등을 시뮬레이션합니다. Device3D는 2D/3D 시각화 툴을 갖춘 런타임 환경과 간편하고 유연한 구문을 사용합니다.

나노 크기 소자

앞선 기술의 Fin FET, 나노 와이어 FET, 표준 FET을 모두 Device3D로 시뮬레이션할 수 있습니다.

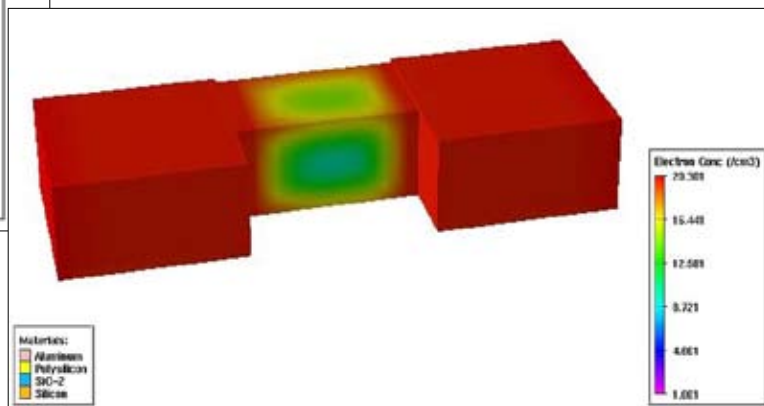
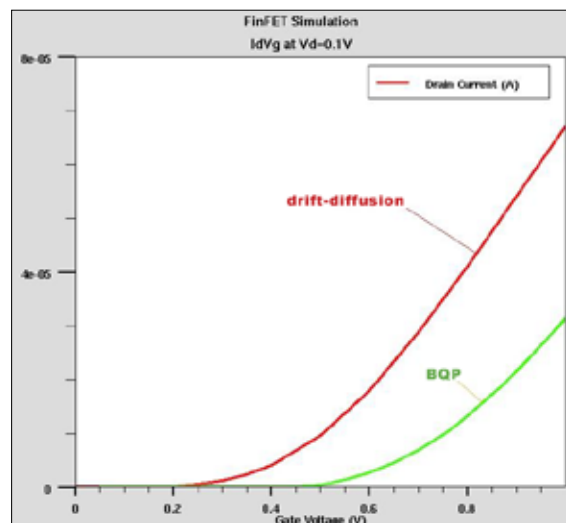
Fin FET

Device3D 구문으로 직접 생성한 Fin FET의 예입니다. 드리프트-확산과 Bohm Quantum Potential(이하 BQP) 3D 모델을 사용하여, 도핑 전자 분포 및 IV 특성을 나타냅니다.



FinFET 소자에서의 인(P) 분포.

드리프트-확산과 BQP 솔루션을 비교한 Id/Vg 특성.

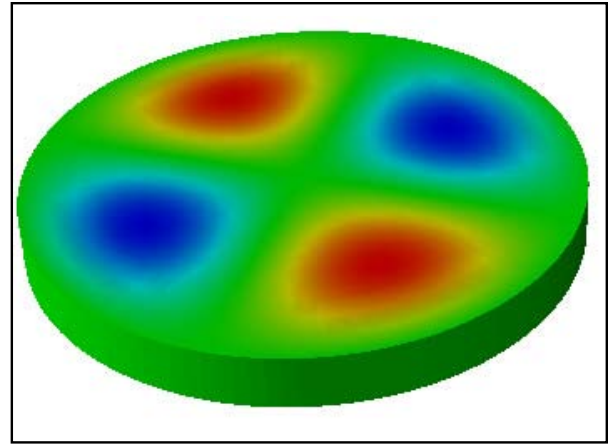
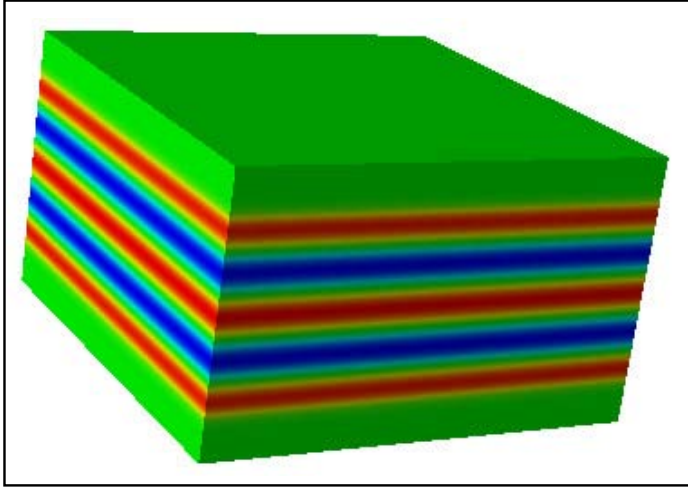


게이트 하부의 공핍층을 보여주는 전자 분포.

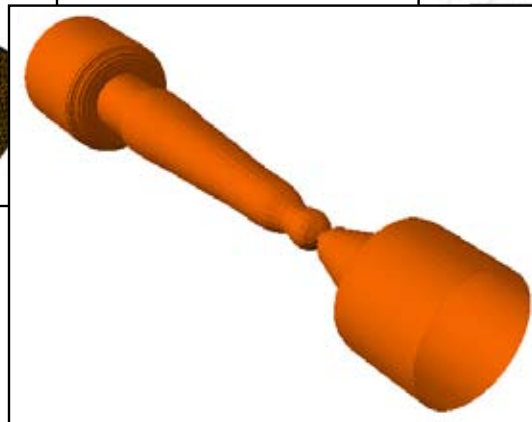
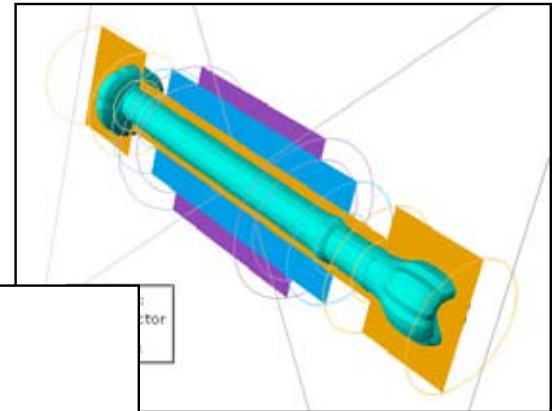
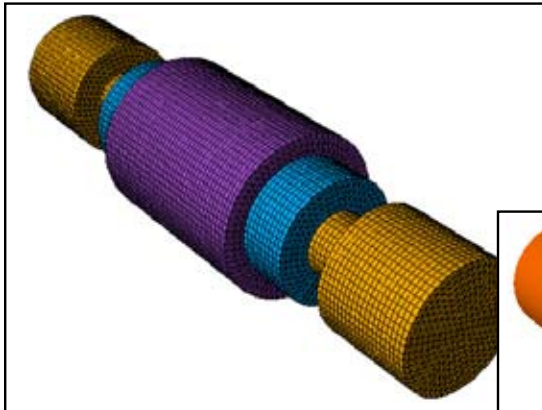
SILVACO

나노 와이어 FET

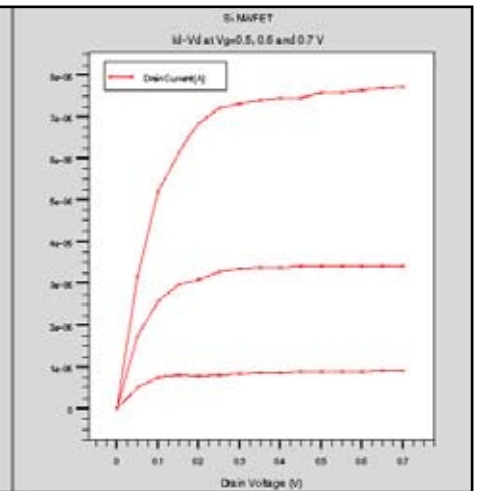
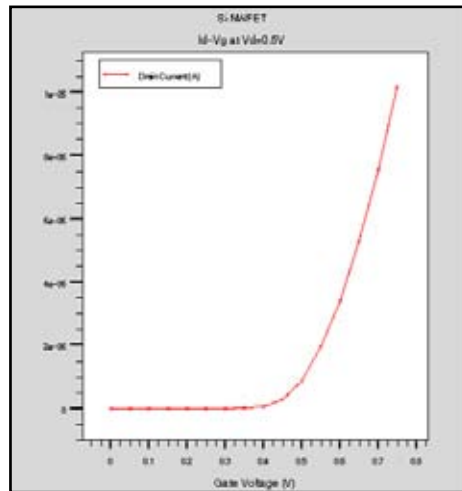
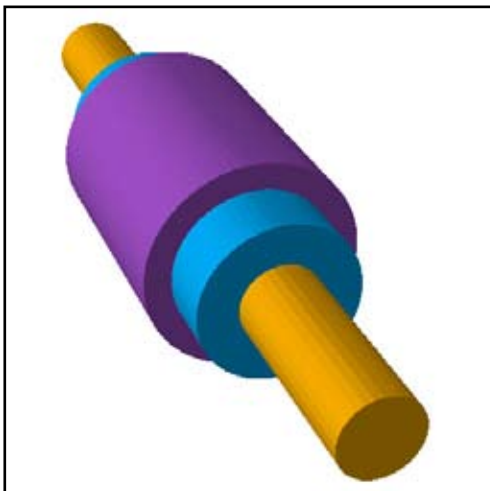
Quantum의 모델링 성능에 최근 추가된 기능으로, 양자 와이어 소자에서 강력한 양자 구속 효과를 시뮬레이션할 수 있습니다. 양자 구속 효과를 모델링하기 위해, Quantum3D는 1D 또는 임의 형태의 2D 슈뢰딩거 방정식과 3D 푸아송 방정식의 일관된 솔루션을 제공합니다.



3D 구조 표면의 전자파 함수 분포. 3D 푸아송 방정식으로 1D(왼쪽), 2D(위) 슈뢰딩거 방정식을 일관되게 해석합니다.



3D 실리콘 나노와이어 FET의 소자 구조(왼쪽), 전체 전류 밀도의 등면(isosurface) (오른쪽), 전자 밀도의 등면(가운데). 소스와 드레인 영역이 활성화되었으며, CMS(Coupled Mode Space) NEGF 방식으로 산출하였습니다.

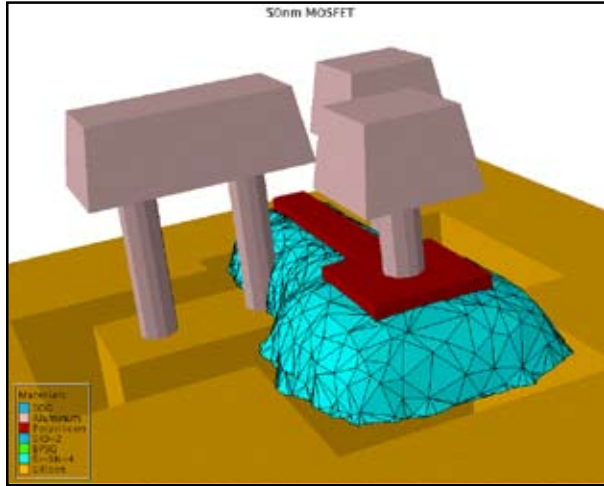


균일한 채널 단면을 갖는 실리콘 나노와이어 트랜지스터의 구조(왼쪽)와 I-V 특성(오른쪽). UMS(Uncoupled Mode Space) NEGF 방식으로 산출하였습니다.

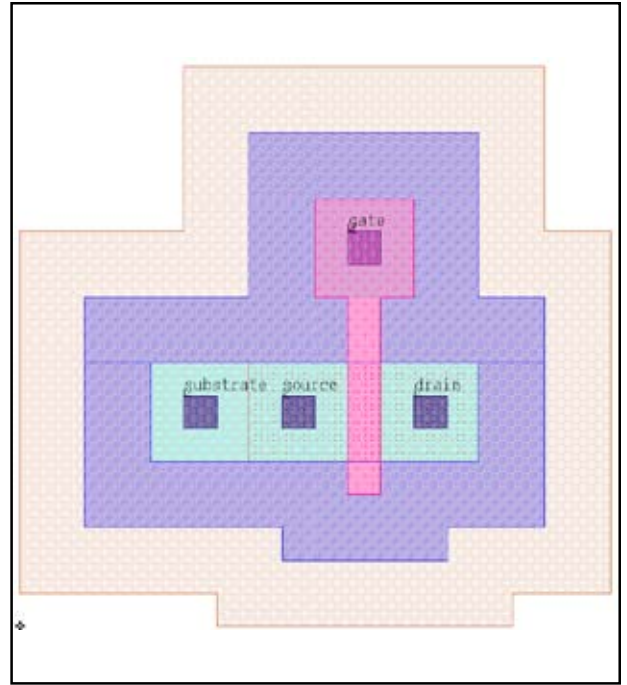
앞선 구조의 50nm MOSFET

다음 예는 "Victory-LD" (Victory Large Device)로 생성한 50nm MOSFET 구조입니다. Victory-LD는 공정 시뮬레이터 옵션으로서, 임의 형태의 마스크 레이아웃에 의한 3D 공정 시뮬레이션 후에, Device3D와 호환되는 구조를 만들 수 있습니다.

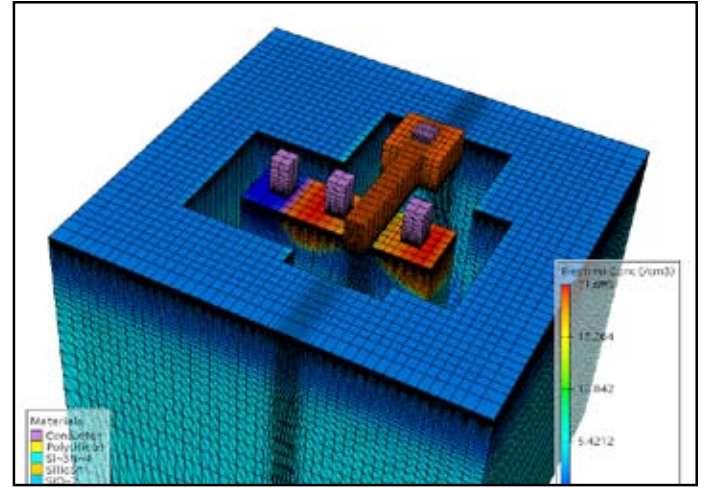
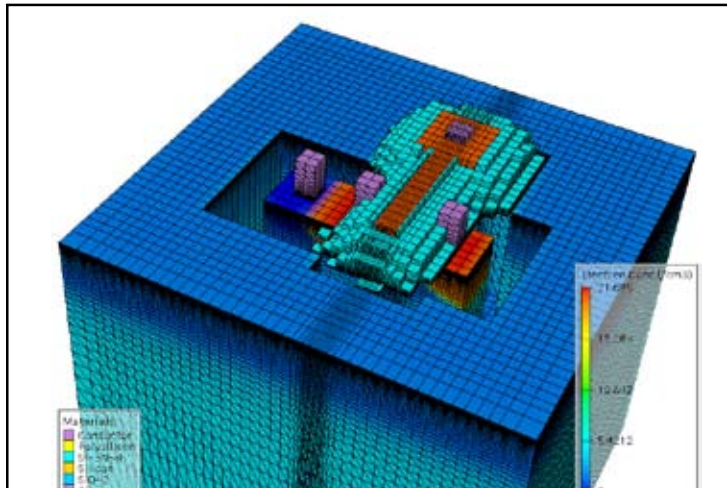
마스크 세트, 공정 시뮬레이션 형태, Device3D 변환 구조, 전기적 특성을 아래에 나타냈습니다.



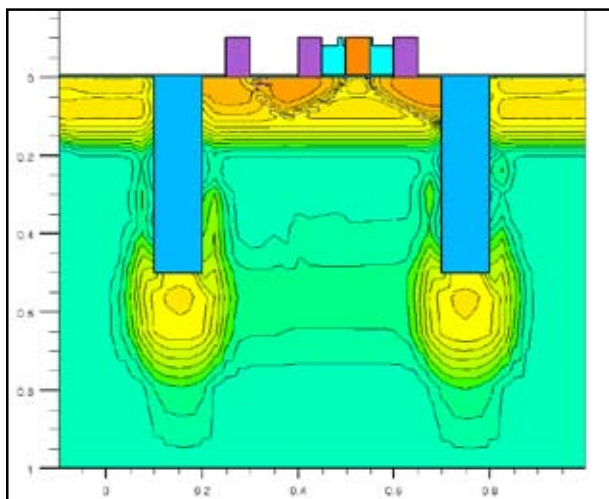
공정 시뮬레이션 구조.



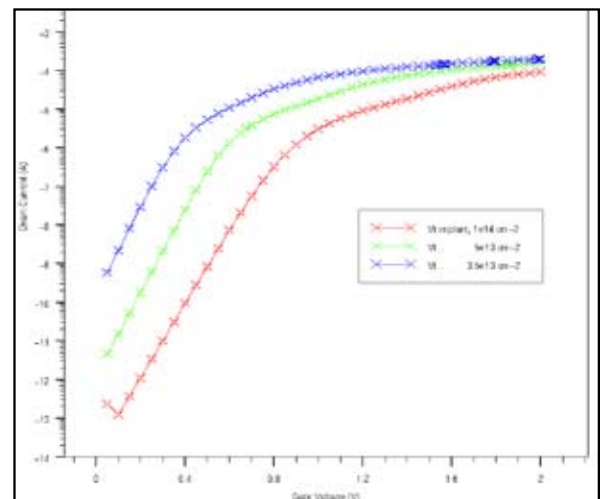
마스크 레이아웃.



게이트 스페이스의 유무에 따른 ATLAS 변환 구조.



넷 도핑의 단면.

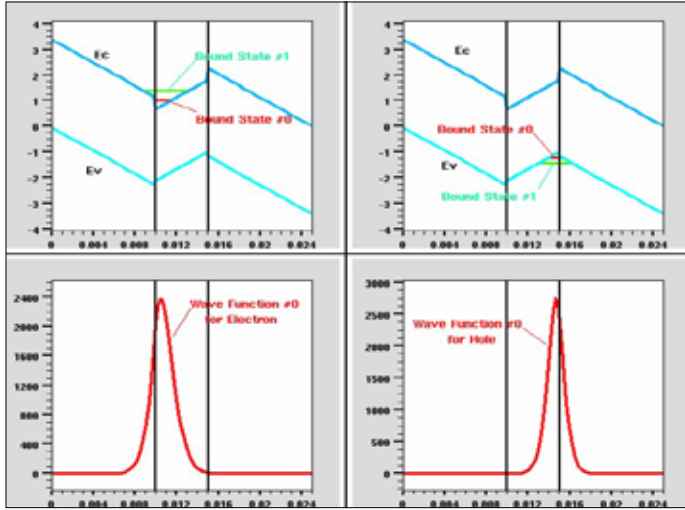


상이한 채널 도핑에 대한 IV 특성.

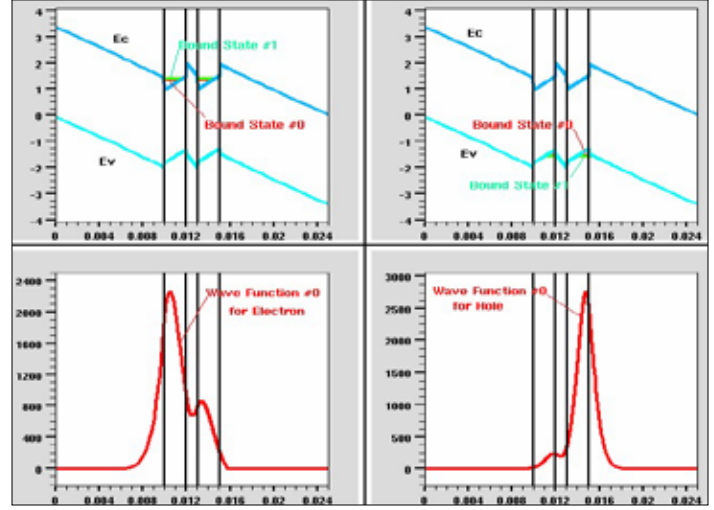
양자 우물 분석

3D 양자 소자에서 속박 상태 및 파동 함수를 해석할 수 있습니다. 아래 예에서, 단일 양자 우물 및 삼중 양자 우물 디자인에 대한 분석을 나타냅니다.

SQW Analysis



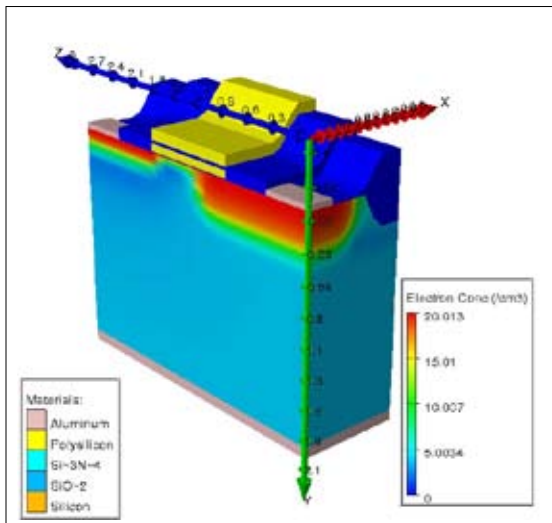
3QW Analysis



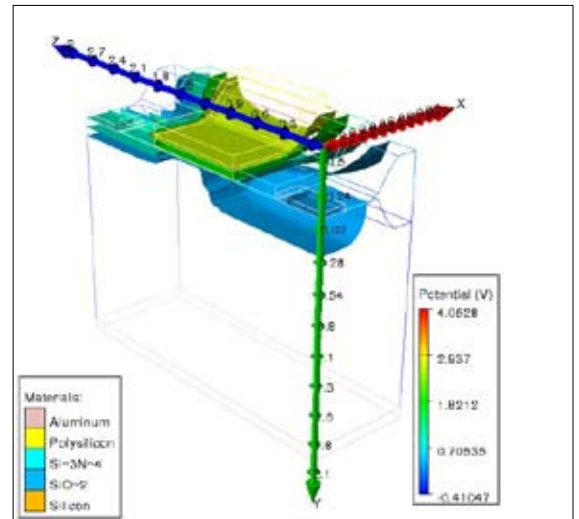
GaN/InGaN/GaN 단일 양자 우물(QW)과 델타를 삽입한 QW 양자화

메모리 소자

핫 캐리어 주입 및 터널링 모델은 플로팅 게이트에 전하를 주입할 수 있습니다. 이는 메모리 소자의 시뮬레이션에 필수적입니다. 아래의 예는 EPROM입니다.

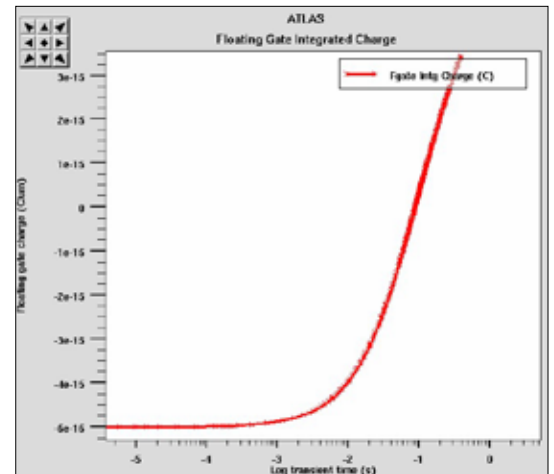
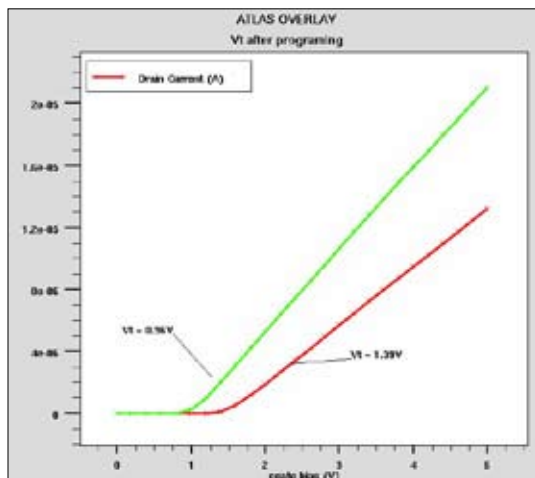


등면 플롯으로 표현한 EPROM 전위 분포.



EPROM 전자 농도.

프로그래밍 전후의 IV 특성.

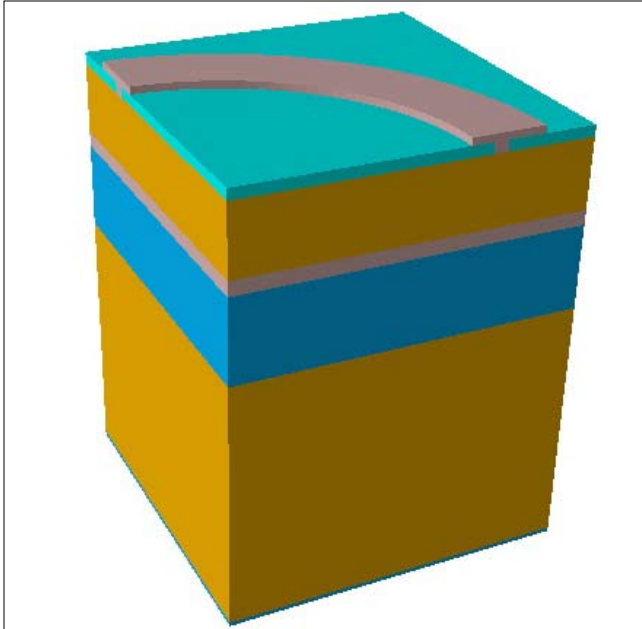


시간 함수로 나타낸 플로팅 게이트의 집적 전하.

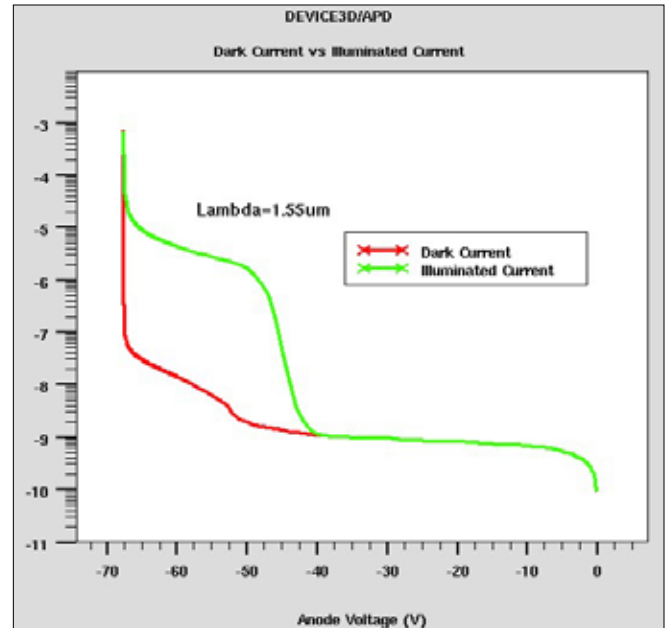
광전자공학

기타 모든 반도체 방정식으로 광선 추적, 빛의 흡수 및 빛으로 생성된 캐리어를 일관되게 구하여, 포토다이오드, CMOS 센서 등의 광 흡수 소자를 시뮬레이션할 수 있습니다. 또한, 광자 생성 방정식으로, LED 등의 광 발산 소자를 시뮬레이션할 수 있습니다.

포토다이오드 시뮬레이션

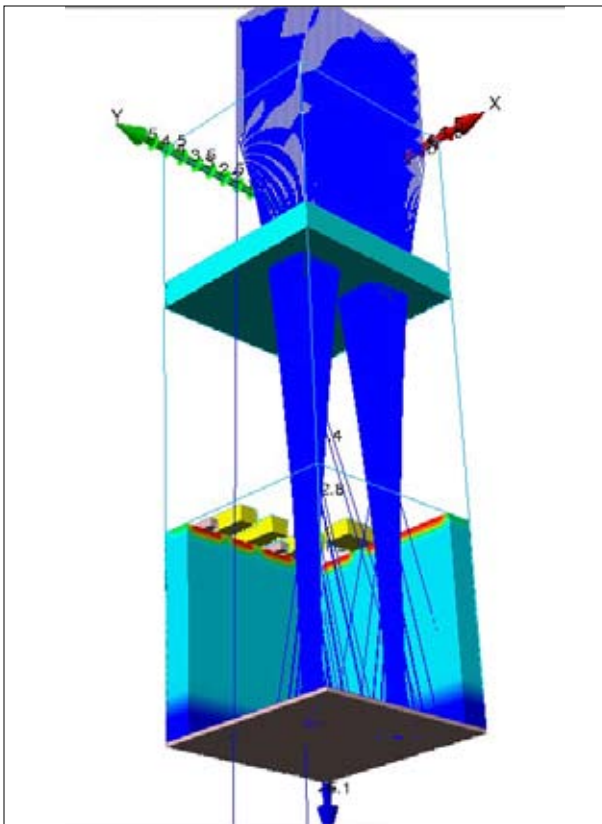


InP/InGaAsP/InGaAs/InP 포토 다이오드.

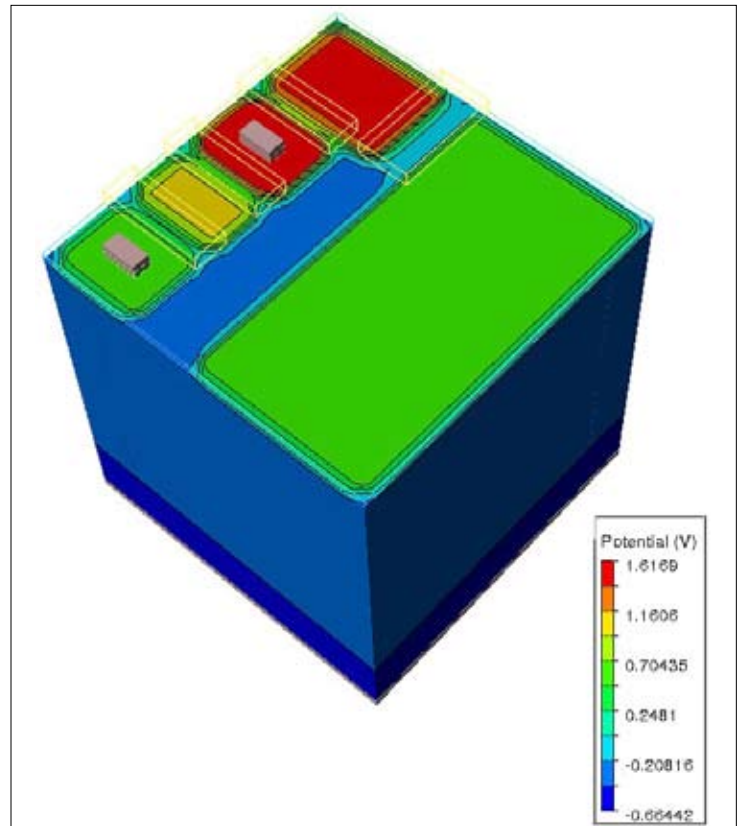


1.55 μm 에서 dark/illuminated 양극 전류 vs. 양극 전압.

CMOS 시뮬레이션

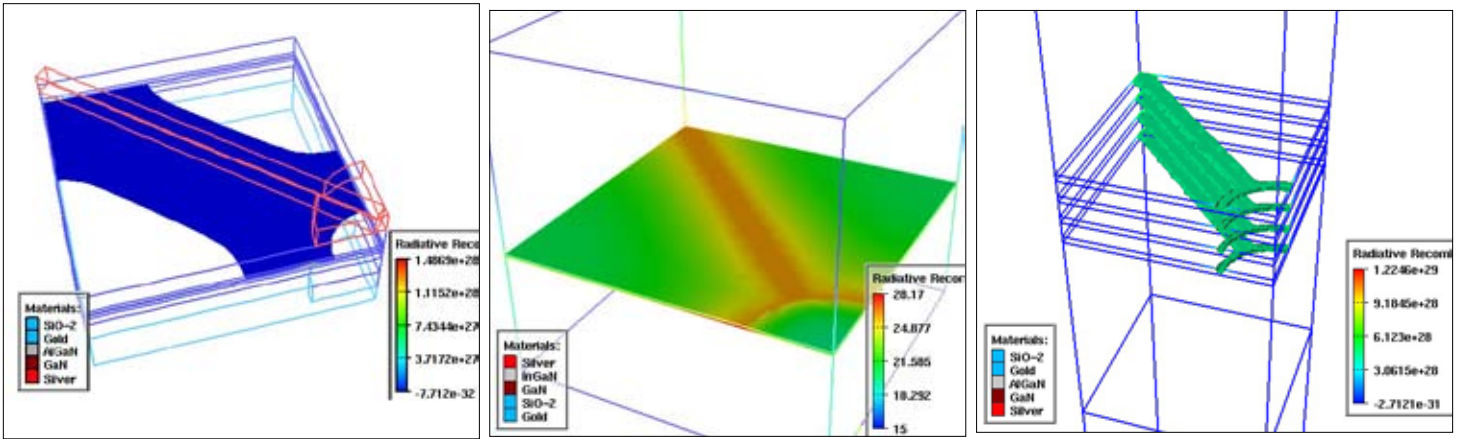


Luminous3D의 고급 3D 광선 추적 기능으로, 이미지 배열의 공간 해상도 및 신호 간섭의 문제를 평가합니다.



CMOS 센서 전위 분포.

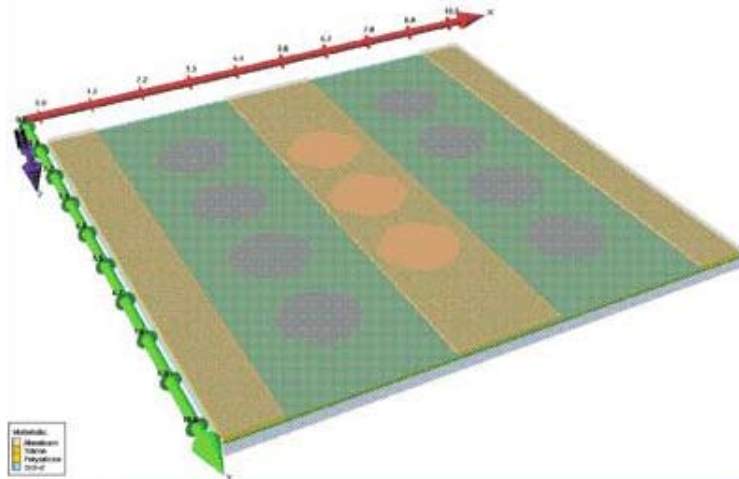
GaN LED 시뮬레이션



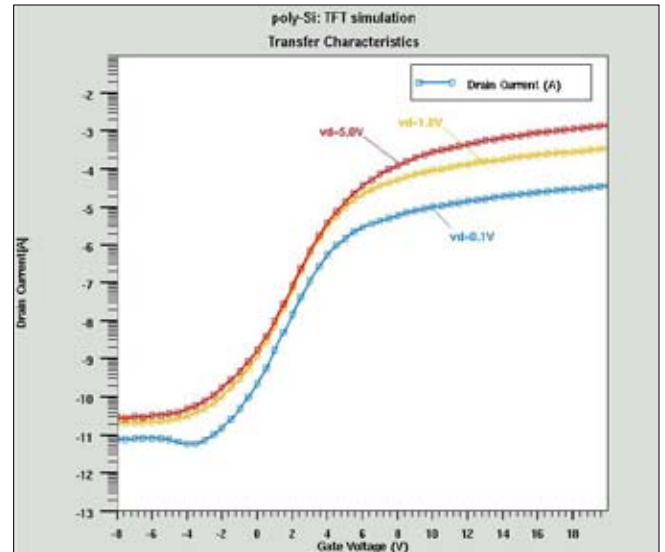
방사성 재조합을 분포.

TFT

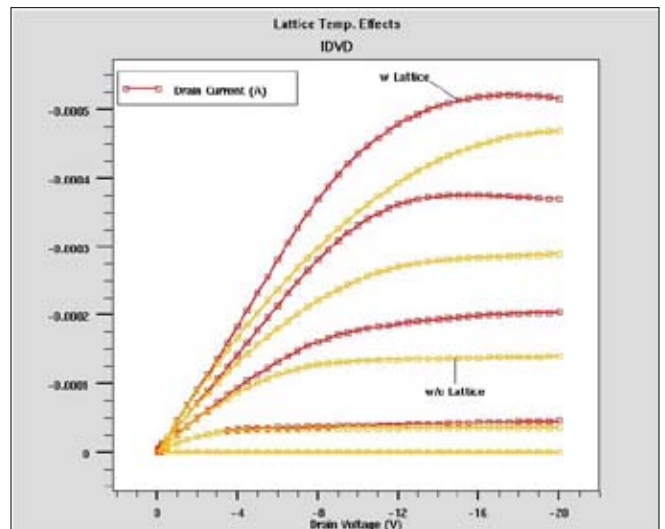
TFT의 전기적인 특성은 벌크 및 표면의 트랩의 존재에 따라 좌우됩니다. Device3D에서, 이러한 결함은 밴드갭을 통한 연속체로써 설명하거나, 개별적으로 설정할 수 있습니다. 이들 소자를 제조하는 절연 기판(보통 유리)은 대개 낮은 열 전도율을 나타냅니다. 발열 효과에 대한 추가적인 모델링은 종종 소자의 전기적인 특성에 상당한 영향을 끼칠 수 있습니다.



TFT 엘리먼트의 8각형 배열. 컨택 및 SiO₂ 레이어를 투명하게 하여, 비정질 실리콘 엘리먼트를 보다 명확하게 볼 수 있습니다.



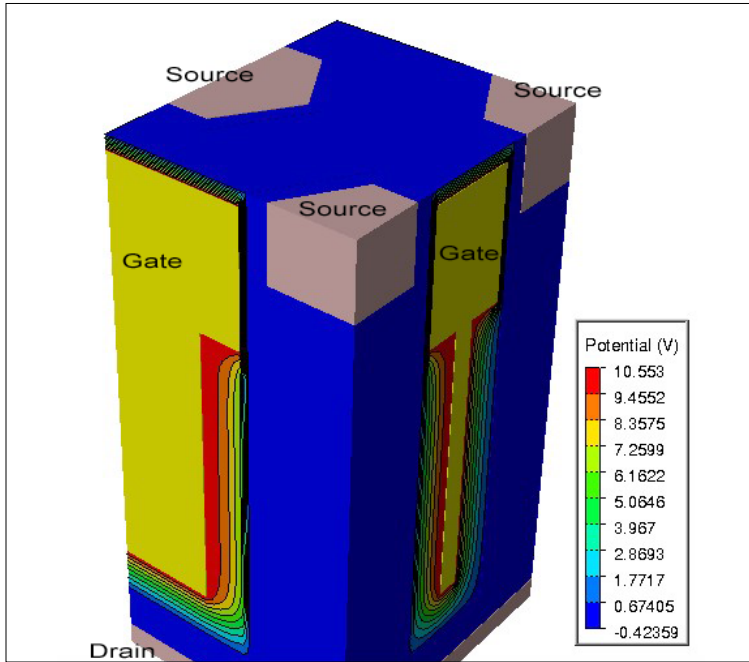
poly-Si TFT의 전달 특성.



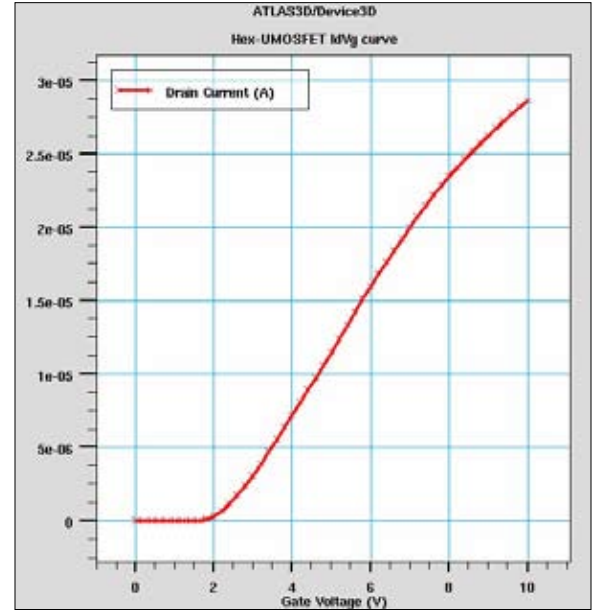
격자 온도 모델링의 유무에 의한 Id/Vd 특성.

파워 소자

3D TCAD 소자 모델링을 응용하여, 파워 소자의 동작을 이해합니다. 사이리스터, 트라이액 등의 파워 소자는 종종 특정 반도체 현상으로 좌우되는 전기적인 특성을 갖습니다. 이 현상은 소자의 벌크 실리콘 깊숙이에서 발생하며, 측정값으로 바로 탐지하기는 어렵습니다. 3D TCAD 시뮬레이션으로 스위칭 과도 현상 등에서 언제든지, 전체 소자에서 진행중인 사항을 분석할 수 있습니다. 아래는 UMOS HexFET 시뮬레이션의 예입니다.



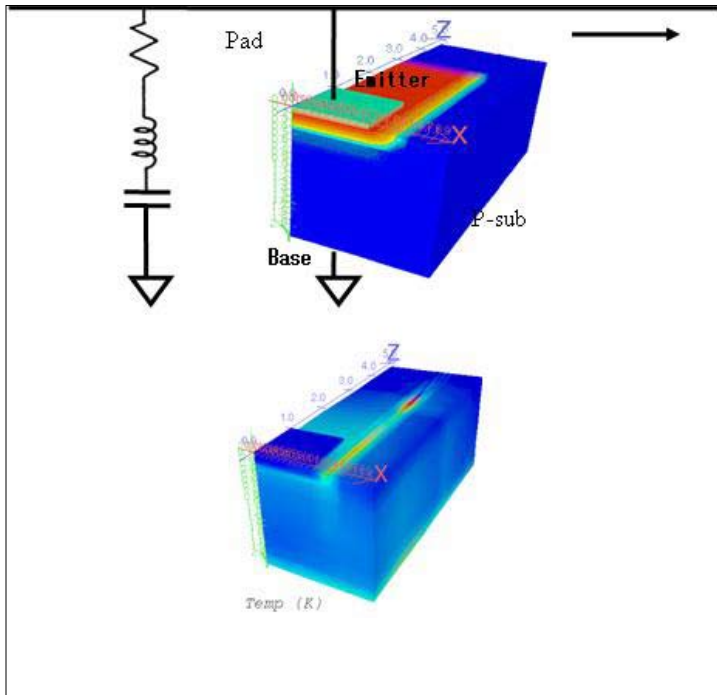
UMOS HexFET의 전위 분포.



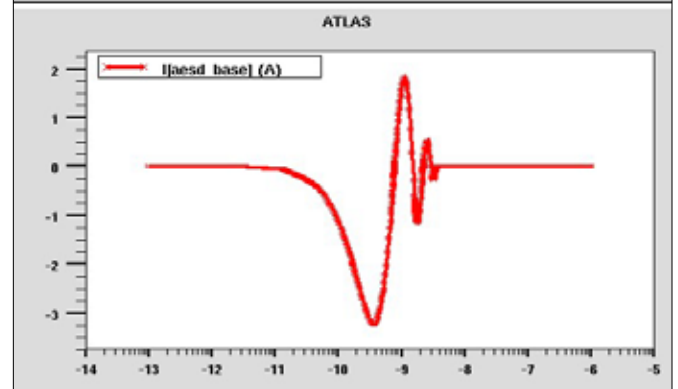
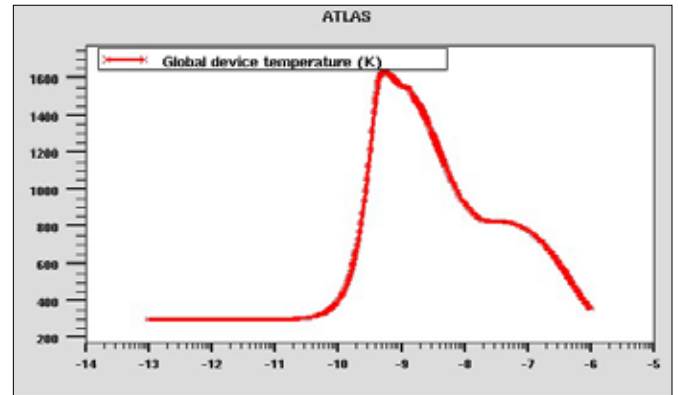
UMOS HexFET의 I_d/V_g 특성.

외부 회로 요소의 추가

파워 소자는 종종 수동 부하 요소를 연결하여, 시험 및 특성화를 수행합니다. 다음은 단자에 부가된 요소로 시험한 바이폴라 트랜지스터의 예입니다.



소자와 회로 요소의 혼합 시뮬레이션.

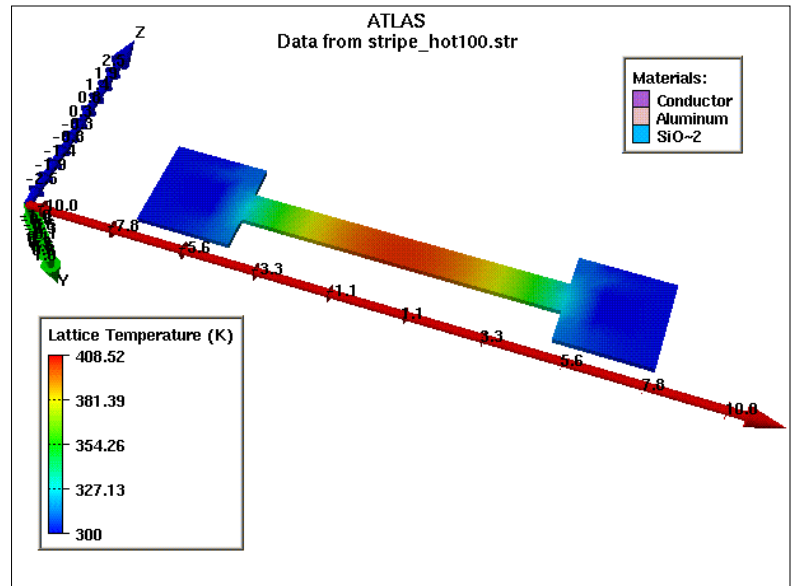


시간 함수로 표현한 최대 소자 온도와 베이스 전류.

발열

전력 소자의 대다수는 일반적인 동작 중에 상당히 열을 받습니다. 발열 효과를 시뮬레이션하여, 디자인에서 열을 내는 부분을 검출할 수 있습니다. 여기에서, 발열 효과를 나타내기 위해 간단한 저항을 사용하였습니다. 발열 효과를 임의의 소자에 대해 모델링할 수 있습니다.

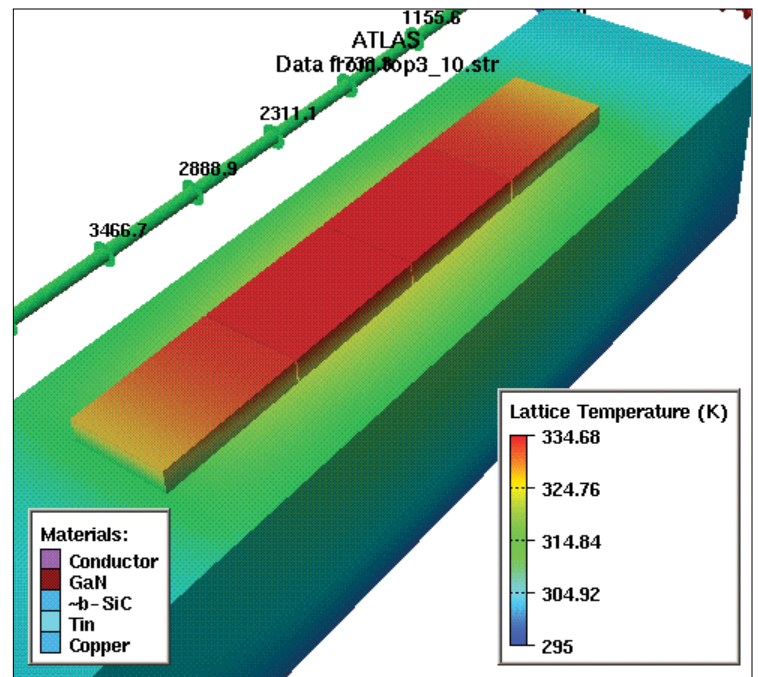
매립형 인터커넥트 알루미늄 선의 발열에 의한 산화 보호막 표면의 온도 플롯.



외부의 열 흐름

일단, 파워 소자의 열 출력을 소자 레벨에서 분석하면, 개별적인 또는 다수의 파워 소자를 간단한 열원으로서 분석할 수 있습니다. 이러한 파워 소자는 공통적인 열 흡수원 또는 패키지를 공유합니다. Thermal3D 시뮬레이터를 이용하여, 최종 설치 후에 패키지가 얻는 열을 측정할 수 있습니다.

구리 성분의 열 흡수원 위에 탄화 규소(SiC)를 탑재한 후, 그 표면에 제조한 GaN HEMT 소자.



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. 052008_05