

SYNOPSYS[®]
Silicon to Software[™]

RSoft Photonic Device Tools[®]

The Source for Photonic Design Software

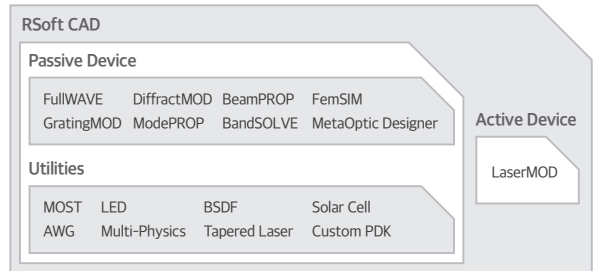
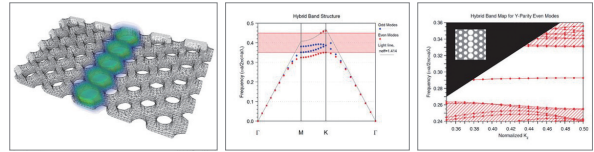
광통신, 광전자 공학, 반도체 제조를 위한
수동, 능동 광소자 설계 및 시뮬레이션



What is RSoft Photonic Device Tools? 제품 소개

RSoft Photonic Device Tools는 레이저 및 VCSEL을 포함하는 수동 및 능동 광소자 및 광전자 소자에 대해 업계에서 가장 광범위한 simulator와 optimizer의 포트폴리오로 구성되어 있습니다. 간결한 multi-domain co-simulation을 위해 Synopsys 광학 및 반도체 설계 도구와 함께 사용할 수 있습니다.

- 나노 텍스처 광학 구조의 정밀한 모델링 및 회절 분석을 위한 Synopsys CODE V 와 LightTools
- 복잡한 광전자 소자의 시뮬레이션을 위한 Synopsys Sentaurus TCAD



RSoft Photonic Device Tools 모듈 다이어그램

Key Features 주요 기능

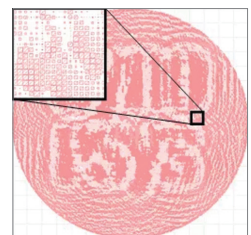
- 정확도 높은 알고리즘을 통해 신속한 가상 프로토타이핑이 가능하므로 불필요한 물리적 프로토타이핑을 최소화하여 생산성 향상 및 신속한 시장 출시
- 만일에 대비한 다양한 "what if" 제품 시나리오 작성을 통한 신제품 개발 지원
- 각 알고리즘 엔진은 동일한 CAD 인터페이스를 공유 - 한 소프트웨어에서 다음 소프트웨어로 설계 데이터를 가져올 필요 없이 여러 RSoft 패키지 활용 가능
- 모든 프로그래밍 언어로 수행 가능한 스크립팅
- MOST를 통한 매개변수 스캐닝 자동화
- 각 시뮬레이션 엔진의 라이선스를 별도로 판매하여 필요한 엔진만 선택 가능

New Features 신 기능

MetaOptic Designer

최적의 설계 성능을 위해 메타렌즈 및 메타표면을 자동으로 생성하는 전례 없는 역설계 도구입니다. 메타렌즈를 설계하려면 광범위한 물리학 지식과 많은 개발 시간이 필요하지만, MetaOptic Designer는 신속하게 최고의 메타렌즈 설계를 자동으로 산출하는 독점적인 AI를 통해 이러한 장벽을 제거합니다.

- 내장된 엔지니어링 인텔리전스를 통해 전문성 수준에 관계없이 새로운 메타렌즈를 빠르고 쉽게 설계 가능
- 효율적인 최적화 및 알고리즘을 통해 정확한 결과 생성
- 설계에서 검증까지의 반복 사이클을 대폭 단축시키는 강력하고 사용자 친화적인 기능



Metalens Layout earned from
MetaOptic Designer

Passive Device Tools 설계 분야에 따른 모듈 구분

RSoft CAD

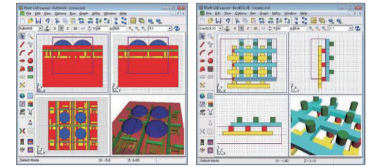
RSoft CAD는 RSoft Passive Device Suite의 핵심 프로그램으로 사용자가 광소자 및 광회로 설계를 위한 시스템을 만들 수 있도록 합니다.

Benefits

- RSoft의 모든 Passive Device에 대해 GUI를 공유
- 사용하기 쉬운 사용자 인터페이스로 레이아웃 및 시뮬레이션을 세밀하게 제어 가능

Features

- 구조의 각 매개변수를 사용자 정의 변수가 포함된 식으로 정의하여 단일 변수만 변경하면 전체 설계를 쉽게 수정 가능
- 기본 객체 외에도 수학적 또는 데이터 파일로 사용자 정의 모델링 가능



3DPBG

CMOS Image Sensor

FullWAVE FDTD

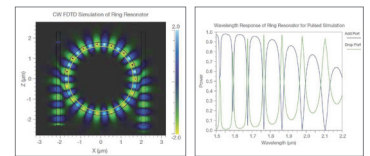
FullWAVE FDTD는 다양한 포토닉 구조에서 빛의 전파를 연구하기 위해 FDTD (Finite-Difference Time-Domain) 방법을 기반으로 하는 매우 정밀한 시뮬레이션 도구입니다.

Benefits

- FDTD 알고리즘은 광범위한 시뮬레이션 및 분석 가능
- 클러스터링 시뮬레이션 환경을 통한 속도 및 효율성 향상

Features

- Dispersion, non-linear (chi-2, chi-3), anisotropic effects를 완전히 제어
- PML, periodic, symmetric/anti-symmetric 경계 조건 사용



Ring Resonator

BeamPROP BPM

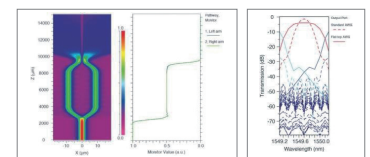
BeamPROP BPM은 광섬유 및 집적 도파관 소자, 회로의 설계 및 시뮬레이션을 위해 BPM (Beam Propagation Method)을 기반으로 하는 업계 최고의 설계 도구입니다.

Benefits

- Router 및 demultiplexer 설계를 단순화 하기 위한 AWG utility 내장
- 고급 기능을 통한 복잡한 소자 시뮬레이션 진행

Features

- 광각 전파는 multistep Padé approximation, variable reference wavenumber, bend의 conformal index mapping을 통해 정확하고 효율적인 off-axis 전파 가능
- 전파 방향에 따른 반사를 고려하기 위한 bidirectional BPM



Mach-zehnder Modulator

Flat-top AWG

DiffractionMOD RCWA

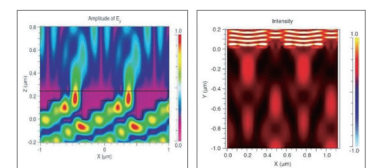
DiffractionMOD RCWA는 회절 광학 소자, 서브파장 주기 구조 및 광밴드갭 결정과 같은 회절 광학 구조를 위한 설계 및 시뮬레이션 도구입니다.

Benefits

- Basic RCWA를 확장하여 강인성, 효율성, 사용자 친화성을 향상시키는 고급 알고리즘 옵션 통합
- RSoft CAD에 완전히 통합

Features

- 모든 회절 차수에 대한 회절 효율 스펙트럼 계산, 표시 및 출력
- 모든 회절 효율에 대한 스펙트럼 vs 파장, 각도, 편광 쉽게 계산



Field Profile of Metallic Grating

Phase Shift Mask

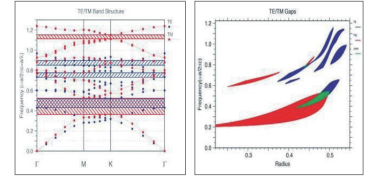
Passive Device Tools 설계 분야에 따른 모듈 구분

BandSOLVE PWE

BandSOLVE PWE는 PWE (Plane Wave Expansion) 알고리즘을 기반으로 하며 모든 광결정 소자에 대한 광 밴드 구조의 모델링 및 계산을 자동화하고 단순화하는 최초의 상용 설계 도구입니다.

Benefits

- 다양한 유형의 PBG 소자 및 물질에 대한 광범위한 시뮬레이션 및 분석 기능
- 내장된 array layout utility와 layout hierarchy을 통해 표준 및 사용자 지정 PBG 구조를 모두 생성할 수 있는 편리한 방법 제공



Band Structure/Gaps for a 2D Hexagonal of Air Holes

Features

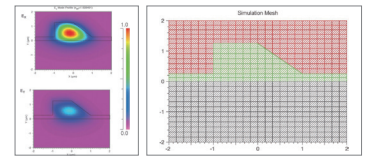
- Inversion symmetry, mode seeding, 3D parity와 같이 보다 효율적이고 빠른 밴드 계산을 위한 여러 고급 시뮬레이션 기능 포함
- 광범위한 데이터 및 그래프 계산을 위한 완전하고 강력한 후처리 도구 사용

FemSIM FEM

FemSIM FEM은 FEM (Finite Element Method)을 기반으로 하는 일반화된 mode solver이며 불균일한 메쉬에서 임의의 구조의 횡 모드 또는 공동 모드의 수를 계산하는 데 사용할 수 있습니다.

Benefits

- 다양한 유형의 소자에 대한 광범위한 시뮬레이션 및 분석 기능
- 모드를 해석한 다음 다른 RSoft 도구와 함께 사용하여 소자를 통해 전파 가능



Ex/Ey Mode Profiles and Simulation Mesh for a Rib Waveguide

Features

- Lossy material 및 high index contrast를 위한 full-vector 분석
- 하이브리드 삼각형 및 직사각형 메쉬 요소를 사용하여 index profile에 적합한 meshing scheme

GratingMOD CMT

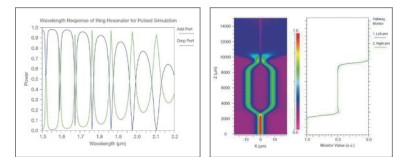
GratingMOD CMT는 다양한 광 응용 분야를 위한 광섬유 및 집적 도파관 회로의 복잡한 격자 프로파일을 분석, 합성하기 위한 설계 도구입니다.

Benefits

- 강인성, 효율성, 사용자 친화성을 향상시키는 고급 알고리즘 통합
- RSoft CAD에 완전히 통합

Features

- 지정된 모드의 주기와 지정된 주기의 모드를 모두 찾기 위한 bragg condition 검색
- 각 모드에 대한 투과, 반사 스펙트럼 결정 및 위상, 분산, 시간 지연 계산



Phase and Amplitude Synthesis Results of a Grating

ModePROP EME

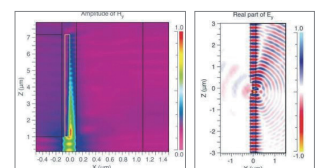
ModePROP EME는 순방향 및 역방향 전파 그리고 방사 모드를 모두 설명하는 EME (Eigenmode Expansion) 전파 도구입니다.

Benefits

- 정밀한 full-vector 분석
- 전방 및 후방 traveling mode를 모두 해석

Features

- 2D 및 3D에서 데카르트 및 원통형 (방위각 대칭) 구조 모두에 대한 full-vector 분석
- 모든 구성 요소에 대한 field profile, 개별 모드의 투과/반사율, 총 투과/반사율 및 포인팅 벡터 출력 가능



Surface Plasmon based Interferometer

Field Scattered by an Air Groove

Active Device Tool 설계 분야에 따른 모듈 구분

LaserMOD

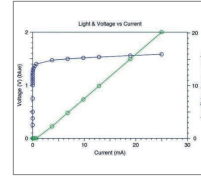
LaserMOD는 반도체 레이저 및 이와 유사한 능동 소자의 광학, 전자 및 열 특성을 시뮬레이션 하기 위해 설계된 광소자 도구입니다.

Benefits

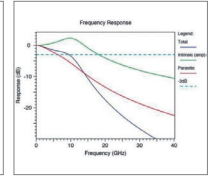
- 다용도, 사용자 친화적인 파라메트릭 CAD 인터페이스
- 단일 패키지에 포함된 모든 시뮬레이션 모듈
- RSoft Passive Device 및 System Tool과 통합

Features

- Advanced Physics 기반 모델
- Steady-state 및 time dependent 시뮬레이션
- 8x8 KP band 구조 계산을 기반으로 material gain 계산



Light-current and Current-voltage Characteristics



Frequency Response

Options and Utilities 옵션 및 유틸리티

MOST Utility

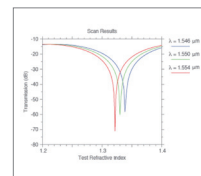
MOST (Multi-Variable Optimization and Scanning Tool)는 광소자 최적화 설계의 중요한 문제에 대한 솔루션입니다.

Benefits

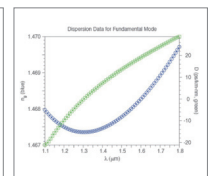
- 최소한의 작업을 통해 자동으로 스캔 및 최적화
- 측정 데이터 및 사용자 정의 메트릭을 통해 다양한 결과 출력 및 분석

Features

- 다양한 유형의 수렴에 사용할 수 있는 여러 최적화 알고리즘
- 모든 매개변수의 스캔/최적화를 생성하기 위해 시뮬레이션 결과를 사용자 정의 후처리 가능



Scan Results



Dispersion Parameters found using Scanning/ Post-processing

LED Utility

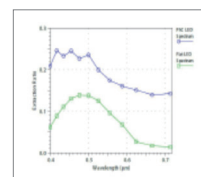
LED Utility는 차세대 LED 구조와 모든 재료를 정확하게 시뮬레이션합니다. 이 유틸리티는 일반적인 작업을 단순화하고 추출 효율 및 방사 패턴의 정밀한 계산을 지원합니다.

Benefits

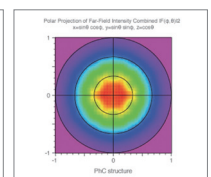
- FullWAVE FDTD를 사용하여 정밀한 광학 시뮬레이션 수행
- 자동으로 x, y, z dipole을 incoherently 결합하여 비편광 광원을 생성

Features

- RSoft CAD에서 임의의 LED 형상 생성
- 사용자 정의 radiation spectrum 사용
- 광 추출 효율 및 radiation pattern 출력



Extraction Ratio of LED



Radiation Plot

Options and Utilities 옵션 및 유틸리티

Solar Cell Utility

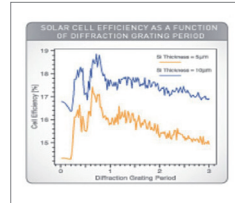
Solar Cell Utility는 태양 전지 소자를 위한 광학 및 전자 시뮬레이션 솔루션을 제공합니다. J-V 곡선, 양자 효율 스펙트럼 및 전체 셀 효율을 계산할 수 있습니다.

Benefits

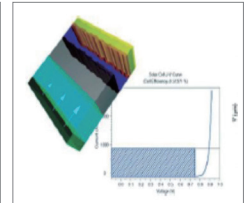
- RSoft Passive Device Tools 중 하나로 정밀한 광학 시뮬레이션 수행
- 간단한 전자 모델 또는 정밀한 LaserMOD를 사용 가능

Features

- 기본적으로 AM1.5 Solar Spectrum을 입사 스펙트럼으로 사용하며 사용자 지정 스펙트럼도 사용 가능
- 출력 데이터는 사용된 시뮬레이션 도구 (DiffractMOD, FullWAVE, LaserMOD)의 출력 데이터 외에 셀 효율, J-V curve, 양자 효율 스펙트럼을 포함



Solar Cell Efficiency



J-V curve for Solar Cell

Multi-Physics Utility

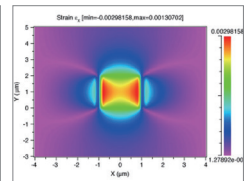
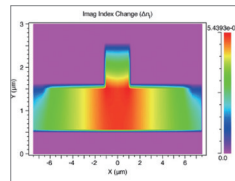
Multi-Physics Utility는 RSoft의 수동소자 도구와 함께 사용할 수 있습니다. 시뮬레이션에서 index profile perturbation을 포함하기 위한 편리한 인터페이스를 제공합니다.

Benefits

- 모든 RSoft Passive Device Tools의 성능 확장
- RSoft CAD에 완전히 통합

Features

- Poisson's equation (electro-optic effect), thermal equation (thermo-optic effect), stress-strain equation (stress-optic effect)을 풀고 LaserMOD를 사용하여 carrier effect에 의한 index perturbation을 계산



Refractive Index Change due to Carrier Effects

Tapered Laser Utility

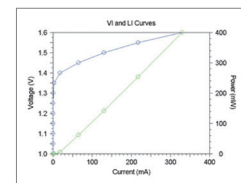
Tapered Laser Utility는 테이퍼드 반도체 레이저 다이오드를 분석하고 최적화하기 위한 효율적이고 정확한 설계 도구를 제공합니다.

Benefits

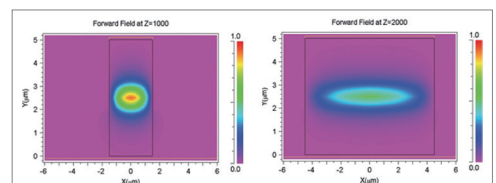
- BeamPROP 및 LaserMOD의 성능을 활용하여 tapered semiconductor laser diode 시뮬레이션 진행
- RSoft CAD에 완전히 통합

Features

- Self-consistent 광학, 전자, 열 시뮬레이션
- 출력 정보는 L-I curve, I-V curve, spatial field plot, far field 등을 포함
- Spatial hole burning, filamentation, over pumping 등과 같은 물리적 효과 시뮬레이션 가능

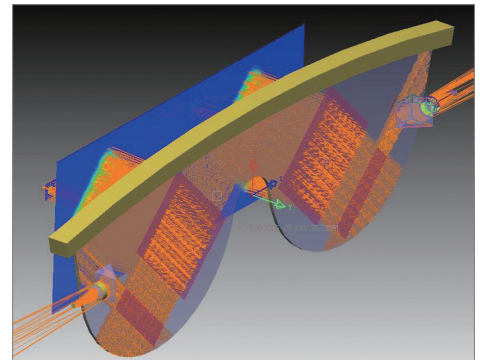
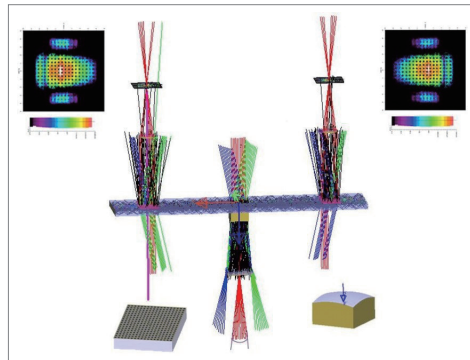


Light-current and Current-voltage Characteristics

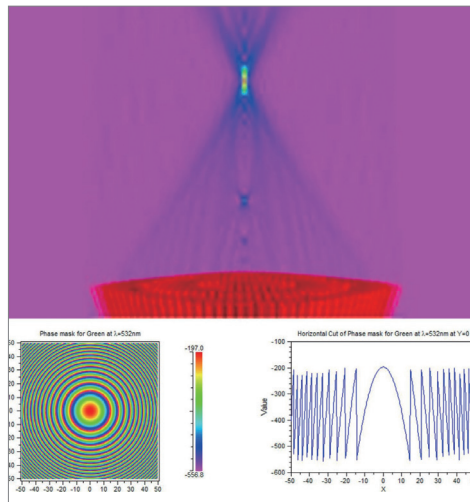


Stabilized Field Profiles along Different Sections of the Tapered Laser

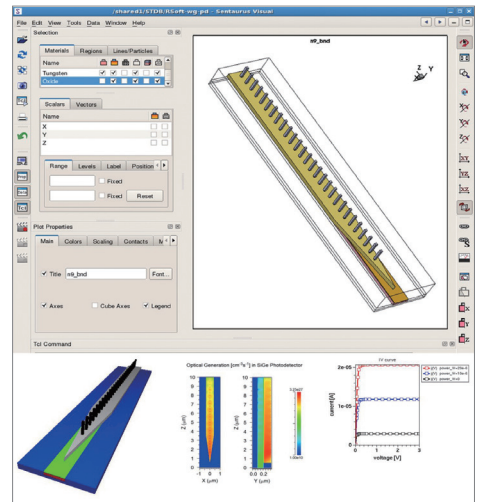
Applications 적용분야



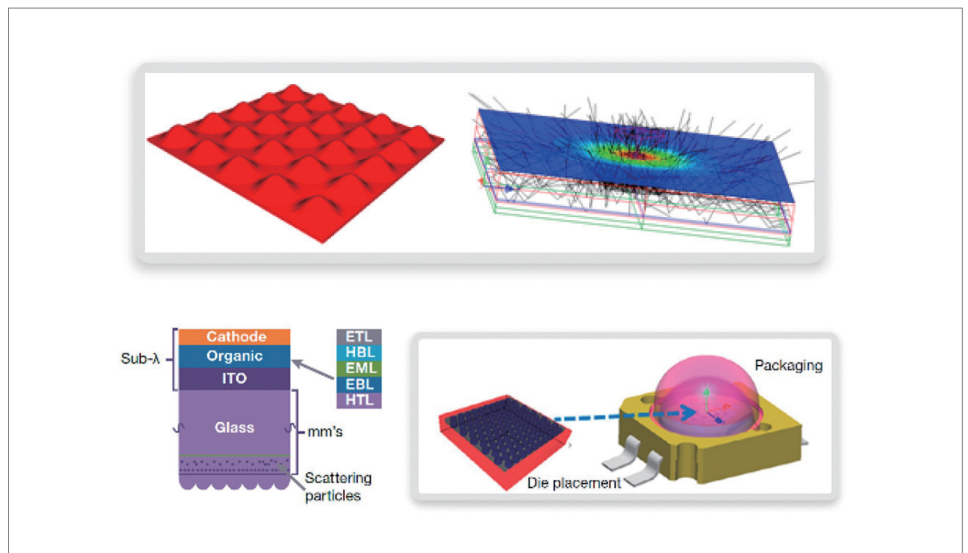
Augmented/Virtual Reality Devices using Multi-Domain Optical Simulations



Metals Simulation



Photodetector Analysis Results using RSoft and Sentaurus TCAD tools



LED/OLED Design Using Mixed-Level Simulation

Modules 모듈

RSoft CAD

- RSoft Passive Device Suite의 핵심 모듈
- BeamPROP, FullWAVE, BandSOLVE, Grating MOD, DiffractMOD, FemSIM, ModePROP 모두 동일한 GUI 사용
- 직선형, 곡선형, 렌즈, 다각형 등과 같은 기본 객체는 툴바에서 쉽게 선택 가능
- 기본 객체 외에도 수학적 또는 데이터 파일로 모델링 가능
- 구성 요소의 위치는 절대 좌표 또는 상대 객체와의 오프셋을 통해 설정 가능

FullWAVE FDTD

FDTD (Finite Difference Time Domain) 방법을 통한 광소자 시뮬레이션

BeamPROP BPM

BPM (Beam Propagation Method) 방법을 통한 광섬유, 도파관 등의 시뮬레이션

DiffractMOD RCWA

RCWA (Rigorous Coupled Wave Analysis) 방법을 통한 회절 광학 소자 시뮬레이션

BandSOLVE PWE

PWE (Plane Wave Expansion) 방법을 통한 모든 광결정 소자에 대한 광 밴드 구조 시뮬레이션

GratingMOD CMT

CMT (Coupled Mode Theory) 방법을 통한 복잡한 격자 프로파일 분석 및 합성

ModePROP EME

EME (Eigenmode Expansion) 방법을 통한 순방향, 역방향 전파 및 방사 모드 시뮬레이션

FemSIM FEM

FEM (Finite Element Method) 방법을 통한 모드 계산

LED Utility

- LED의 광 추출 효율 및 방사 패턴 계산
- FullWAVE 모듈만 가능

Multi-Physics Utility

- Index Perturbation 계산
- 3D 구조만 가능

Solar Cell Utility

- 태양 전지 소자의 J-V 곡선, 양자 효율 스펙트럼 및 전체 셀 효율 계산

MOST Utility

- 매개 변수에 대해 스캔 및 최적화 수행
- 모든 모듈 가능

Laser MOD

- 반도체 레이저 및 이와 유사한 능동 소자의 광학, 전자 및 열 특성 시뮬레이션

자세히 알아보기

제품에 대한 자세한 내용을 알아보시거나 평가판을 사용해보시기를 희망하실 경우, <https://www.synopsys.com/ko-kr/optical-solutions.html>를 방문하시거나 optics@synopsys.com으로 문의 바랍니다.



RSoft 적용분야
상세히 알아보기