

# CODE V Optical Design Software

Design, Optimize and Fabricate Reliable  
Imaging Optics

## 개요

CODE V는 이미지 품질을 획기적으로 향상시킨 성공적인 허블 우주 망원경의 First Service Mission에 사용된 주요 null 렌즈들을 설계하고 구현하는데 중요한 역할을 했습니다.

Synopsys의 광학 솔루션 그룹은 CODE V® 이미징 설계 소프트웨어, LightTools® 조명 설계 소프트웨어, 자동차 조명 설계를 위한 LucidShape®, 나노 광소자 및 광통신 설계를 위한 RSoft™ 제품을 포함한 세계 최고의 광학 설계 및 분석 도구를 개발하는 기업입니다. 또한 당사의 광학 솔루션 그룹은 이미지, 조명 및 광학 시스템 엔지니어링 분야에서 4,800개 이상의 프로젝트를 수행한 광학 시스템 설계 서비스를 전문으로 하는 기업입니다.

CODE V는 1975년 전 세계에 도입된 이래로 첨단 광학 시스템의 개발에 중요한 역할을 해왔으며 때로는 비즈니스와 문화에 지대한 영향을 미쳤습니다. 콤팩트 디스크 플레이어와 같은 혁신적인 애플리케이션 개발에 사용되어 왔으며, CODE V의 핵심적인 알고리즘을 통해 설계한 마이크로리소그래피 렌즈는 컴퓨터 칩에 초미세 라인을 이미징할 수 있는 우세한 기술로 잘 알려져 있습니다. 이 기술은 컴퓨터 속도를 지속적으로 향상시키는데 필요한 요소입니다.

CODE V는 프로젝션 디스플레이, 의료 기기, 첨단 군사 기술 및 우주 탐사와 같은 광범위한 분야에서 중요한 기술 발전에 크게 기여해 왔습니다.

우수성과 품질 성능이 뛰어나기로 잘 알려져 있는 CODE V는 제품이나 프로젝트의 성공에 있어 광학 요소가 중요한 경우 필수로 선택해야 하는 소프트웨어입니다.

## 업계 최고의 소프트웨어 지원

### 기술지원

CODE V를 사용하실 경우 최고의 광학 설계 및 분석을 통해 최상의 결과를 얻으실 수 있습니다. 또한 기술 지원팀을 통해 전문성있는 광학 엔지니어링 컨설팅 또는 원하시는 기술 서비스를 받으실 수 있습니다. 이메일 또는 전화로 문의주시면 전문성을 갖춘 광학 엔지니어링 전문가가 문의하신 내용에 대해 도움을 드릴 수 있습니다.

### 교육, 문서 및 온라인 리소스

Synopsys는 CODE V를 학습할 수 있는 다양한 옵션을 제공합니다. 오프라인 교육에 참석하시거나 또는 제품의 기술 엔지니어가 제공하는 전 세계 교육 및 웨비나에 참여하실 수 있습니다. 제품을 사용하시는 고객께서는 홈페이지에서 필요한 교육을 선택하여 등록할 수 있습니다. 완벽한 예제 기반 문서와 참고 영상, 자주 묻는 질문에 대한 답변, 예제 모델, 매크로, 사용 팁 및 교육 자료가 포함된 고객 전용 웹 사이트도 CODE V를 효율적으로 사용할 수 있도록 도와드립니다.

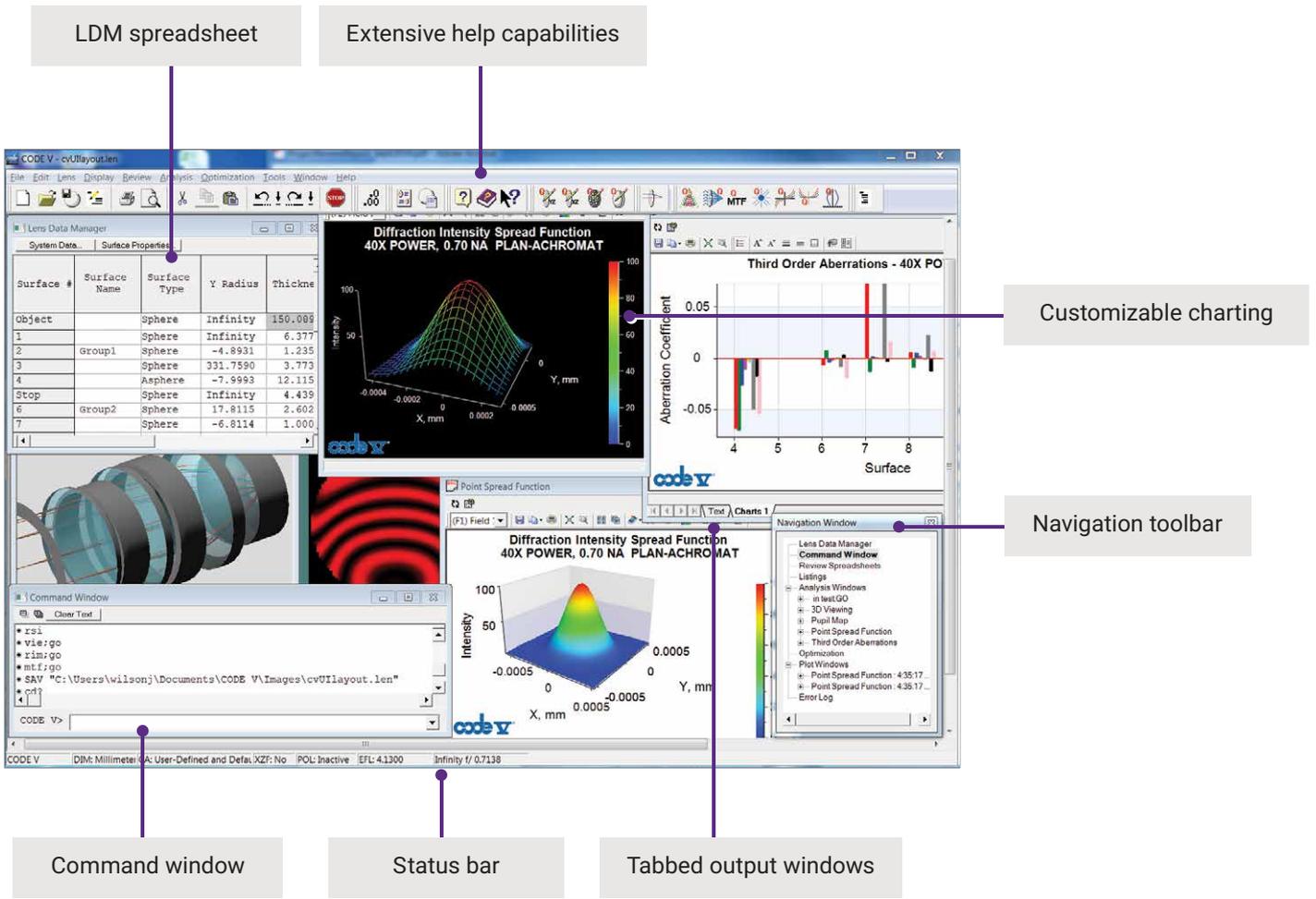


그림 1: CODE V는 많은 네이게이션 및 유용한 기능이 있는 표준 Windows® 사용자 인터페이스를 활용합니다.

## 프로그램 업데이트

당사는 주요 새 기능을 추가하기 위해 1년에 한 번 광범위한 프로그램 업데이트를 진행합니다. 또한 고객이 요청한 개선 사항과 함께 정기적인 프로그램 업데이트를 제공합니다.

소프트웨어 업데이트, 지속적인 기술 지원, 다양한 콘텐츠가 포함되어있는 고객 지원 포털 서비스는 모두 표준 라이선스에 포함되어 있으며 라이선스를 구매하실 경우 액세스 하실 수 있습니다.

## 사전 검증 및 사전 승인

당사의 가장 큰 강점 중 하나는 광학 엔지니어링 서비스와 소프트웨어 개발에 있어 주기적인 제품 업데이트를 하고자 하는 노력의 시너지 효과입니다.

당사의 엔지니어는 CODE V 개발을 위한 아이디어, 지침, 검증 및 피드백을 제공합니다. 예를 들어 Glass Expert 및 Asphere Expert와 같이 당사 엔지니어가 개발한 고유한 알고리즘을 기반으로 하는 CODE V는 설계 프로세스를 자동화하고 시간을 절약하고 노력을 최소화하는데 도움이 됩니다. 엔지니어링 문제 해결을 위해 최신 버전의 CODE V를 사용하기 전 알아야 할 가장 중요한 사실은 최첨단 광학 기술에서 일하는 전담 엔지니어 팀이 소프트웨어를 개발했다는 것입니다.



# 설계 및 적용 분야

Code V는 집적 회로 제조 업계의 엄격한 최적화, 분석 및 공차를 충족시키기 위해 선택해야 하는 필수 소프트웨어입니다.

NASA Ames Research Center에서 제공한 Airborne Infrared Echelle Spectrometer의 설계 이미지



그림 2: CODE V는 집적 회로 제조 업계의 엄격한 최적화, 분석 및 공차를 충족시키기 위해 선택해야 하는 필수 소프트웨어입니다.

## 적용 분야

극한의 UV에서부터 적외선을 넘어서까지, 그리고 소비자 제품에서 정부 하드웨어에 이르기까지 CODE V는 다양한 분야에서의 광학 이미징 시스템을 설계하고 분석합니다. CODE V의 최신 알고리즘, 사용하기 쉬운 인터페이스 및 지능형 기본값은 시장 출시 시간을 단축하고 광학 시스템의 품질을 극대화합니다. 일부 적용 분야 및 분야별 활용 가능한 CODE V의 기능은 다음과 같습니다.

- Injection molded plastic lenses— 환경 분석 및 소재 공차
- Grating spectrometers— 파장 증속 다중 구성 기능
- Digital camera lenses— 공차 및 제작 분석 기능
- High-NA lithography optics— 편광 광선 추적
- Reconnaissance lenses— 부분 분산 제어를 통한 글래스 최적화
- Telescopes and other visual systems— 정확도 높은 초점 모델링
- Space-borne systems— 환경 분석
- Laser scanning systems— 회절 빔 전파 분석
- Infrared and UV systems— 특수 소재 특성화
- Telecommunication systems— 광섬유 결합 효율 계산
- Segmented aperture systems— 비순차 광선 추적 기능

CODE V 적용 분야 더 보기 <https://www.synopsys.com/optical-solutions/codev/application-gallery.html>

CODE V의 Global Synthesis<sup>®</sup>는 줌 렌즈와 같은 많은 변수와 제한이 있는 시스템에 대해 여러 고유한 구성을 찾는데 사용할 수 있는 가장 효과적이고 효율적인 글로벌 최적화 알고리즘입니다. 이 알고리즘은 merit function에서 새로운 valleys을 찾기 위해 무작위로 검색하는 랜덤 방식이 아닌 직접 검색하는 방법을 사용합니다. Global Synthesis는 일반적인 알고리즘 또는 시뮬레이션된 어닐링과 같은 다른 접근 방식보다 실제 광학 설계 문제를 더 빠르고 쉽게 해결합니다.



그림 3: CODE V의 최적화 기능은 최상의 줌 렌즈 설계 결과를 도출합니다. Global Synthesis는 줌 렌즈에 매우 효과적이며 강력한 글래스 최적화로 뛰어난 색보정이 가능합니다. CODE V에는 줌 렌즈 분석을 위한 특수 기능이 포함되어 있어서 설계 뿐 아니라 최고의 렌즈를 제작할 수 있습니다.

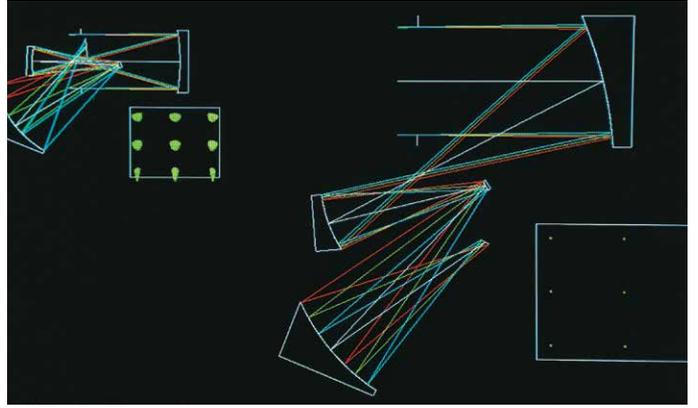


그림 4: 틸트 및 off-axis 반사 시스템은 CODE V에서 쉽게 설정할 수 있습니다. 사용자 정의의 최적화 제한을 통해 off-axis 반사 시스템에서 광학 번들 및 구성 요소 갭을 쉽게 제어할 수 있습니다.

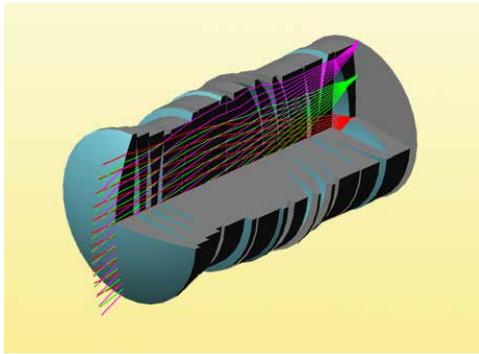


그림 5: “Camera in Can” 국제 렌즈 설계 컨퍼런스에서 우수한 이 디자인은 Global Synthesis를 사용하여 최적화되었습니다. Synopsys 광학 엔지니어는 적용 가능한 모든 설계에 Global Synthesis를 사용합니다.

## 설계 및 최적화

최적화 기능은 광학 설계 소프트웨어를 선택할 때 가장 중요하게 고려해야 할 사항입니다. 수상 경력이 있는 CODE V의 독점적인 최적화 알고리즘은 업계 고객사들에 의해 탁월한 것으로 간주되고 있습니다. 기능은 다음과 같습니다.

- RMS blur, wavefront variance, MTF, 광섬유 결합 효율 및 완전한 사용자 정의 에러 함수
- Reduce Tolerance Sensitivity Control(SAB)를 통한 실제 RMS 파장 에러 직접 최적화 및 제조 공차에 대한 광학 시스템 민감도 감소
- 성능 개선 및 생산 비용 최소화
- 사용 가능한 최상의 효과적인 글로벌 최적화 알고리즘
- Step Optimization (STP)을 활용한 최적화 수렴 가속화, 효율적으로 복잡한 솔루션 공간 탐색, 기존 감쇠 최소 자승 최적화와 비교하여 에러 함수가 작은 광학 시스템 솔루션 탐색
- 지능형 최적화 기본값 및 일반 제한 조건
- 효과적이고 정확한 제한 조건 처리
- 가중 및 페널티 함수 제한 처리 지원
- 사용자 정의 제한 조건의 쉬운 정의
- 최적의 글래스와 최적의 비구면 위치를 자동으로 선택하는
- Glass Expert 와 Asphere Expert
- 최적화 진행 상황을 확인하고 필요한 경우 변수, 제한 조건 또는 최적화 제어 변경에 도움을 주는 중요한 피드백

많은 광학 설계 프로그램과 마찬가지로 CODE V의 로컬최적화(에러 함수의 로컬 최소값을 찾기 위한 최적화)는 감쇠 최소 자승법을 기반으로 합니다. 그러나 몇 가지 독점적인 사항을 통해 CODE V의 최적화 알고리즘을 더 효과적으로 사용할 수 있습니다. 라그랑주 승수법 (Lagrange multipliers)을 사용하는 CODE V의 정확한 제한 조건 처리는 제한 조건의 제어를 에러 함수와 분리하여 가중치가 큰 제한 조건을 유지하려고 할 때 에러 함수 최적화가 중단되지 않도록 합니다. 사용 가능한 공간에 맞는 올바른 사양으로 최상의 결과를 도출할 수 있습니다.

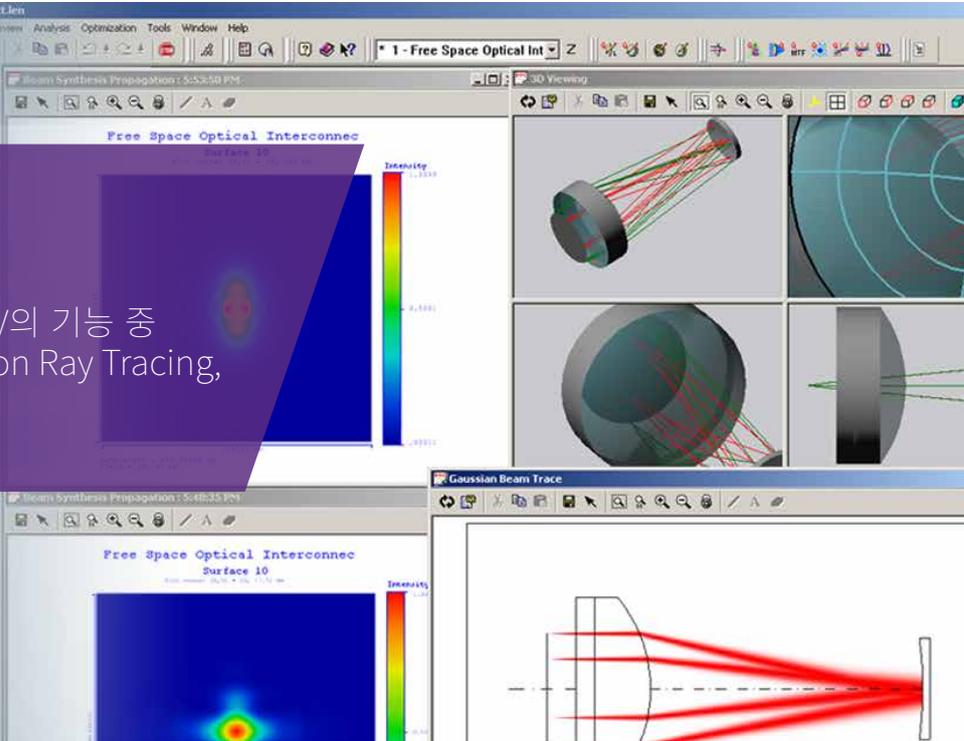
많은 광학 설계 프로그램과 마찬가지로 CODE V의 로컬최적화(에러 함수의 로컬 최소값을 찾기 위한 최적화)는 감쇠 최소 자승법을 기반으로 합니다. 그러나 몇 가지 독점적인 사항을 통해 CODE V의 최적화 알고리즘을 더 효과적으로 사용할 수 있습니다. 라그랑주 승수법 (Lagrange multipliers)을 사용하는 CODE V의 정확한 제한 조건 처리는 제한 조건의 제어를 에러 함수와 분리하여 가중치가 큰 제한 조건을 유지하려고 할 때 에러 함수 최적화가 중단되지 않도록 합니다. 사용 가능한 공간에 맞는 올바른 사양으로 최상의 결과를 도출할 수 있습니다.

## 자세히 알아보기

자세한 내용은 <https://www.synopsys.com/optical-solutions/codev/application-gallery.html>. 을 참조하십시오

# 분석, 공차, 제작 지원

포토닉스 시스템 설계 시에는, CODE V의 기능 중 Gradient Index Materials, Polarization Ray Tracing, Lens Array가 유용합니다.



## 분석

CODE V의 분석 알고리즘은 정확성과 빠른 속도로 인정받고 있으며 실제 하드웨어 측정과 일치합니다. 제작된 수만 개 이상의 고객 설계, 경험이 많은 150명 이상의 내부 엔지니어와 매일 진행되는 수천 건의 개발 검증 케이스를 통해 가장 복잡한 광학 시스템에서도 CODEV의 성능 예측 품질을 보장합니다.

CODE V의 광범위한 분석 기능은 다음과 같습니다. :

- 다양한 진단 평가 옵션 (예: 횡수차 또는 OPD 곡선)
- 다양한 기하 및 회절 기반 이미지 평가 옵션 (예: 스폿 다이어그램 및 MTF)
- 비순차 광선 추적
- 복굴절 재료 모델링을 포함한 편광 광선 추적
- 일반 회절 빔전파
- 부분 간섭 1D 및 2D 이미지 분석
- 광섬유 커플링 효율
- 조명 분석
- 적외선 나르시스 분석
- 2D 이미지 시뮬레이션

CODE V의 Beam Synthesis Propagation (BSP)은 광학 시스템의 어느 곳에서나 회절된 광학 빔의 강도, 진폭 및 위상 특성을 정확히 예측합니다. 본래 NASA가 지구형 행성 탐사선(Terrestrial Planet Finder) 임무에 엄격한 정확성을 도출하고자 개발한 BSP 기능은 산업에 필요한 정확성, 효율성 및 사용 편의성을 위한 기준을 정해주었습니다. BSP는 광학 시스템을 통해 전파되는 회절 파면의 매우 정확하고 효율적인 모델링을 제공하도록 설계된 자체 개선 기능을 갖춘 빔릿 기반 알고리즘을 사용합니다.

BSP의 뛰어난 사전 분석 기능은 렌즈 시스템을 기반으로 분석 설정을 자동으로 추천하고 가능한 한 빠른 시간 내에 정확한 답변을 제공합니다.

부분 간섭 분석은 광학 시스템을 통한 완전 간섭에서 완전 비간섭 조명을 기반으로 1차원 또는 2차원 물체의 이미지 구조를 예측할 수 있습니다. 포토닉스 시스템의 경우 오정렬 및 광섬유 팁 절단 각도의 영향을 포함하여 단일 모드 광섬유로의 회절 이미지의 광섬유 결합 효율을 예측할 수 있습니다.

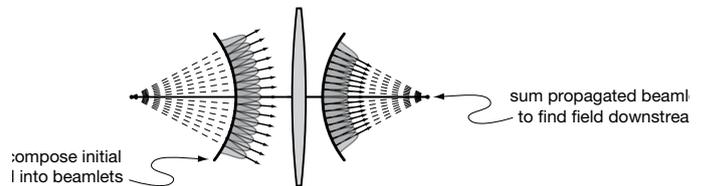
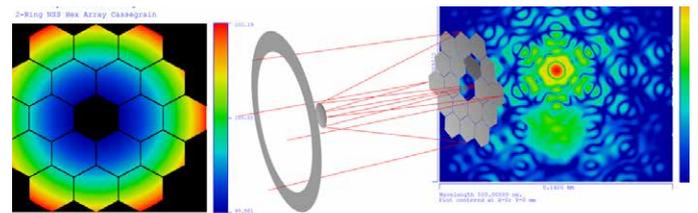


그림 6: Beam Synthesis Propagation의 빔릿 기반 파동 전파 알고리즘은 다른 상용 도구보다 더 정확하고 효율적으로 빔 전파 분석을 수행합니다.

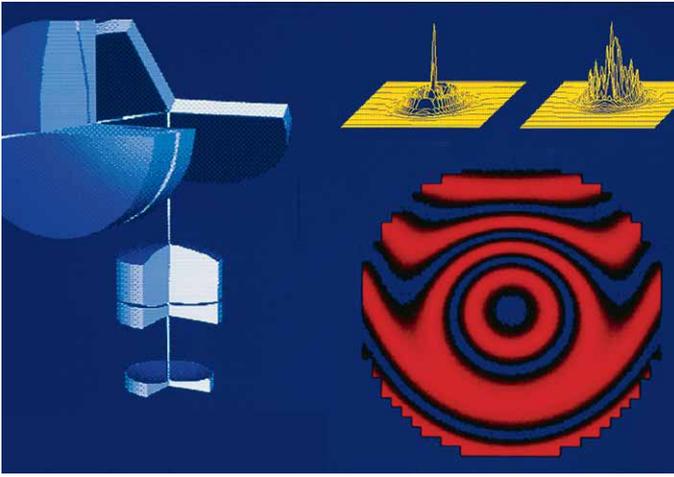


그림 7: CODE V의 광선 수차 곡선, 동공 맵, 스폿 다이어그램, MTF 곡선 및 point spread 함수 플롯은 고급 알고리즘을 사용하여 가장 정확한 결과를 보장합니다.

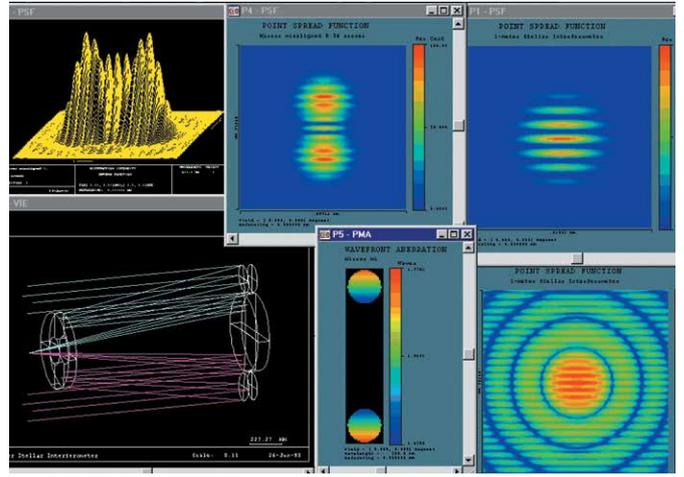


그림 8: 비순차적 면 광선 추적 및 회절 분석 기능을 사용하여 분리된 구멍에서 생성된 간섭 무늬를 보여주는 행성 간섭계

CODE V는 COM 지원 가능하며 특수 분석 작업을 위한 다른 COM 지원 응용 프로그램의 서버 응용 프로그램으로 사용할 수 있습니다. CODE V의 Macro-PLUS는 강력하면서도 배우기 쉬운 매크로 프로그래밍 언어로 광범위한 렌즈구조데이터와 분석 출력에 액세스할 수 있습니다. 반복적인 작업을 대폭 간소화하고 꺾은선형 및 면형 차트와 같은 사용자 정의 분석을 효율적으로 생성할 수 있습니다.

대부분의 CODE V 분석 옵션 입력은 사용자가 정의할 수 있지만 모든 선택을 해야 하는 부담은 없습니다. 계산 알고리즘 및 엔지니어링에 대한 소프트웨어 지식을 기반으로 모든 옵션에 지능형으로 입력되는 기본값이 제공됩니다. 실제 문제에 대한 적절한 기본값을 제공하며 CODE V의 결과를 신뢰하셔도 됩니다.

## 공차 및 제작 지원

CODE V는 광학 장비에 들어가는 렌즈를 설계하는데 사용되며 설계가 제조 단계까지 도달하기 전에 출시 시간을 단축하고 생산 문제를 해결할 수 있는 많은 고급 기능을 갖추고 있습니다. 반복되는 작업과 비용을 최소화하면서 최상의 성능을 자랑하는 광학 설계를 제공할 수 있습니다. 기능은 다음과 같습니다.

- CODE V의 독자적인 파면 미분 알고리즘을 사용한 정확하고 매우 빠른 공차
- As-built RMS 파면 에러를 직접 최적화하기 위한 빠른 파면 미분 알고리즘에 대한 최적화 액세스
- 가장 효과적인 보상기 세트를 결정하기 위한 특이값 분해 알고리즘
- 공차 값을 수정하고 시스템 성능 및 보상기 동작에 대한 영향을 즉시 확인할 수 있는 공차 스프레드시트
- 사용자 유한 차분과 몬테카를로 공차 지원

- 측정된 인터페로그램을 시스템 모델에 적용하기 위한 인터페로그램 인터페이스
- 제작된 인터페로그램 분석을 기반으로 하는 자동 시스템 정렬 최적화
- IGES, SAT 및 STEP 파일 형식을 사용한 CAD 입출력
- 줌 렌즈 CAM 연산
- 렌즈 중량 및 비용 분석 (소재 및 제작 비용)

CODE V의 민감도 및 역 민감도(자동 공차 지정) 공차 기능은 RMS 파면, MTF, 왜곡, Zernike wave 계수 등과 같은 측정 가능한 성능 메트릭을 기반으로 합니다. 여러 개의 compensator를 설정할 수 있으며 원하는 경우 공차의 하위 세트를 보상하도록 제한할 수 있습니다. Boresight 보상도 포함될 수 있습니다.

CODE V의 interferogram 인터페이스를 통해 측정된 면 변형 또는 시스템 wavefront데이터를 가져와서 렌즈 모델의 일부로 포함할 수 있습니다. CODE V의 정렬 최적화는 측정된 파면데이터를 사용하여 기존 광학 시스템의 정렬을 자동으로 안내하는데 사용됩니다. 하드웨어가 소비자용, 상업용 또는 정부 시장용인지 여부에 관계없이 정확도 높은 광학 설계를 진행할 계획이라면 CODE V의 통합 설계, 분석 및 제작 지원 기능은 정확도 높은 작업에 가장 적합한 솔루션입니다.

# Comprehensive Features

## 사용자 인터페이스 구성 요소

- LDM 스프레드시트
- 면 속성 창
- 시스템 데이터 창
- 맞춤형 리뷰 스프레드시트
- Wizards 기능
- Navigation Toolbar
- 표준 메뉴 및 도구
- 사용자 정의 도구(사용자매크로포함)
- 탭 출력창
- 실행 취소 / 다시 실행 기능
- 광범위한 도움말 기능
- 명령줄 입력 창
- 대화형 맞춤형 차트

### 렌즈 정보 입력 및 편집 (LDM)

- 스프레드 시트 입력
- 명령어 입력
- 샘플렌즈와 특허 렌즈 내장
- Off-the-shelf 렌즈
- 프리즘 모델 내장
- Black Box 렌즈 모듈
- Hidden Lens Module
- 데이터 픽업과 솔브 기능
- 다중 줌시스템
- Decentered / Tilted 시스템
- Array 소자구성
- 비순차 surface 모델링
- True Afocal 모델링
- 글래스 카탈로그 내장(IR/UV포함)
- CAD Import/Export
- 회절 특성 적용
- 그라데이션 굴절 소재
- 다중 코팅 적용 기능
- Pupil Apodization
- 면 및 Pupil 인터페로그램 데이터: 그리드, Zernike 및 사용자 정의
- 선형 편광 및 지연자
- 복굴절 소재
- Surface 유형
  - Cylinders and toroids
  - Conics and superconics
  - Radial, XY and anamorphic aspherics
  - Fresnel lens surfaces
  - Q2D, Extended Zernike
- 면 유형, 면 속성 및 기타 사항에 대한 사용자 프로그래밍 기능 지원

### 시스템 진단, 분석 기능

- 근축 광선 추적
- 실제 광선 추적
- 수차 플롯
- 가우시안 빔 추적
- 3차,5차 및 고차항 수차
- 비점 및 왜곡 필드 곡선
- 2D 왜곡 그리드
- Pupil Map
- 필드 맵(Zernike 다항식 포함)
- Footprint (Beam Print)분석
- 2D 이미지 시뮬레이션

### 최적화 기능

- Ray, Wavefront, MTF
- Fiber Coupling Efficiency
- 사용자 정의 Error Function
- 로컬 최적화 또는 Global Synthesis
- 정확한 제약 조건 제어
- 60개 이상의 표준 제약 유형
- 사용자 정의 제약
- UV 및 IR 대역을 포함한 효과적인 유리 최적화
- Zernike 계수 최적화
- Glass Expert 기능
- Asphere Expert 기능

### 이미지 및 평가 옵션 (\*편광 포함)

- 스팟 다이어그램
- 기하 방사 에너지
- 사분면 검출기 분석
- Biocular 분석
- RMS 파면 에러
- MTF(vs.주파수,vs.초점)\*
- Point spread function\*
- Line spread function\*
- Encircled 에너지\*
- Detector 에너지\*
- 1D 및 2D 부분 간섭분석\*
- 섬유 결합 효율
- 편광 의존 손실
- 일반 회절 빔 전파

### 제조 및 공차 옵션

- 렌즈 디스플레이
  - 일반 렌즈 플롯(2D등)
  - 렌즈 요소/구성 요소 도면
  - 면 선택 및 편집을 포함한 대화형 3D 모델 시각화
  - 가우시안 빔 플롯
- 공차 분석
  - MTF/RMS 파면 기반
  - 왜곡 기반
  - 기본 수차
  - 광섬유 결합 효율/편광 의존 손실
  - 사용자 정의 공차
- CAD내보내기-IGES,STEP 및 SAT
- Sag 테이블
- 비용 분석
- 무게 / 중심 분석
- 자동 테스트 플레이트 피팅
- 줌 CAM 디자인
- 자동 정렬 분석

### 기타 기능

- 강력한 Macro-PLUS 프로 그래밍 언어
  - 제공되는 많은 매크로
  - 내장된 FFT 및 기타 수학 함수
  - 온도 및 압력을 포함한 환경 분석
  - 조명 분석
- 다중 코팅 설계 / 해석
- NASTRAN 인터페이스 매크로
- 스펙트럼 분석
- 투과 분석
- 고스트 이미지 분석
- 나르시스 분석
- 사용자 정의 그래픽
- 다른 COM 사용 가능 소프트웨어와 연결하는 COM API 인터페이스(예) MATLAB®또는 Microsoft Excel®
- 주요 광학 알고리즘 병렬 처리 지원

## 자세히 알아보기

CODE V에 대한 자세한 내용을 알아보시거나 평가판을 요청하시려면

<https://www.synopsys.com/optical-solutions.html> 를 방문하거나 [optics@synopsys.com](mailto:optics@synopsys.com) 으로 이메일을 보내주시길 바랍니다.