

Lyncée Transmission Series

생명과학 및 재료과학을 위한 실시간 정량 이미징



Park
SYSTEMS

Lyncée Transmission 시리즈는 디지털 홀로그래픽 현미경법(Digital Holographic Microscopy, DHM)을 기반으로 하며, 투명 및 반투명 샘플을 간접계 수준의 분해능으로 정량 이미징하고 측정할 수 있습니다. 홀로그램을 획득한 뒤 디지털로 재구성하여 3D 정보를 추출하고, 전용 소프트웨어가 이를 해석하여 생명과학과 재료과학 응용에 필요한 의미 있는 정보를 제공합니다.

생명과학 분야에서 DHM은 형광 물질 부착 없이 이미징이 가능하며, 세포 형태와 세포 내 함량(건조 질량)을 측정합니다. 이러한 파라미터는 세포 건강 상태와 생물학적 과정을 나타내는 내인성 마커로 활용될 수 있으며, 세포 생존성 평가, 동역학 모니터링, 4D 세포 추적 등에 적용할 수 있습니다.

재료과학 분야에서 DHM은 표면 형상 정보를 제공하고, 두께 변화와 결함 및 굴절을 변화와 같은 샘플 내부 특성을 측정합니다. 또한 시간에 따른 동적 변화와 3D 위치 변화를 추적할 수 있습니다. 스트로보스코픽 모듈과 호환되어 광 MEMS, 디스플레이, 음향유체 장치 측정에도 활용할 수 있습니다.

핵심 기능

DHM 성능

- 단일 촬영 기반 전체 시야 이미징
- 최대 100 kfps 획득 속도
- 밀리초 수준의 시간 분해능

실험 요구 대응

- 다중 대물렌즈, 다중 파장
- 특정 응용에 맞춘 다양한 옵션
- 업그레이드 가능한 구성



생명과학

- Non-invasive live-cell phenotyping
- Time-lapse imaging (ms to days)
- Cell health and functional diagnostics

세포 배양 모니터링

세포 건강 상태, 세포독성, 이동 및 증식

세포 동역학

심근세포 박동 및 세포 운동

광학 전기생리학

뉴런, 채널 및 CFTR 활성

4D 추적

박테리아, 정자 세포 및 편모



재료과학

- Surface and in-sample characterization
- Measurement in air, liquid, or gas
- Time-resolved response to external stimuli

마이크로 옵틱스

형상, 자유곡면, 고 NA 부품, 광섬유

마이크로플루이딕스

마이크로펌프, 젖음성, 유체 동역학

디스플레이

3D 스크린, LCD, 홀로그래픽 장치

4D 추적

입자 영상 유속계(PIV)



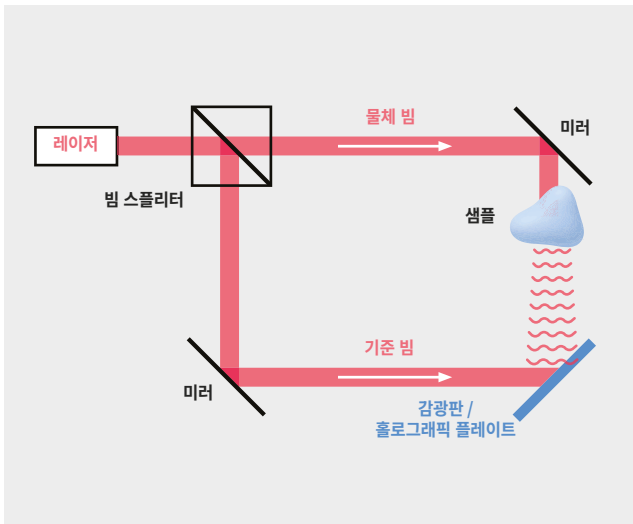
Lyncée Transmission Series

DHM 기술

기본 홀로그래피의 원리

샘플은 샘플을 통과하는 코히어런트 광으로 조사되며, 이 광은 기준 빔과 간섭하여 홀로그램을 생성합니다. 이 홀로그램에는 샘플에 의해 발생한 위상 및 강도 변화 정보가 포함됩니다. 이러한 변화는 단일 획득을 통해 특수 홀로그래픽 기록 매체에 기록됩니다. 동일한 코히어런트 광을 홀로그래픽 기록 매체에 조사하면 원래 샘플의 3D 이미지 표현을 재구성할 수 있습니다.

Hologram Recording on Holographic Plate

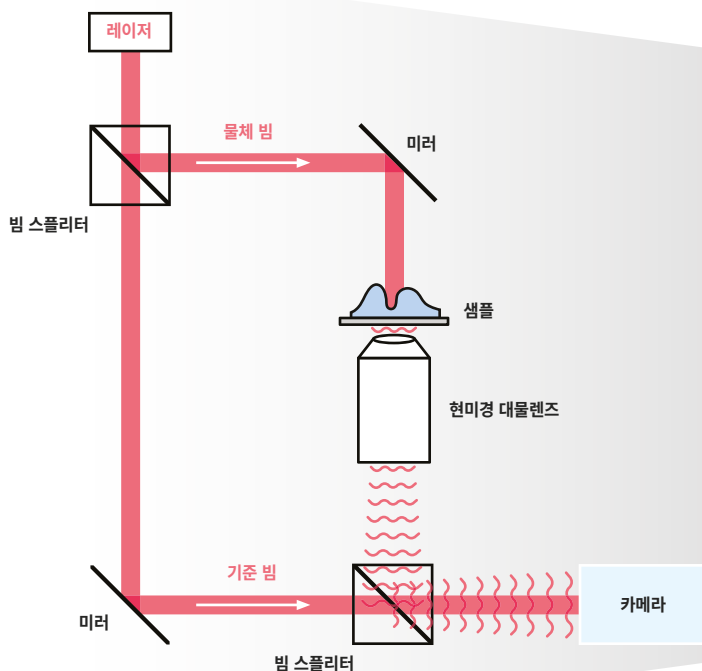


Hologram Reconstruction



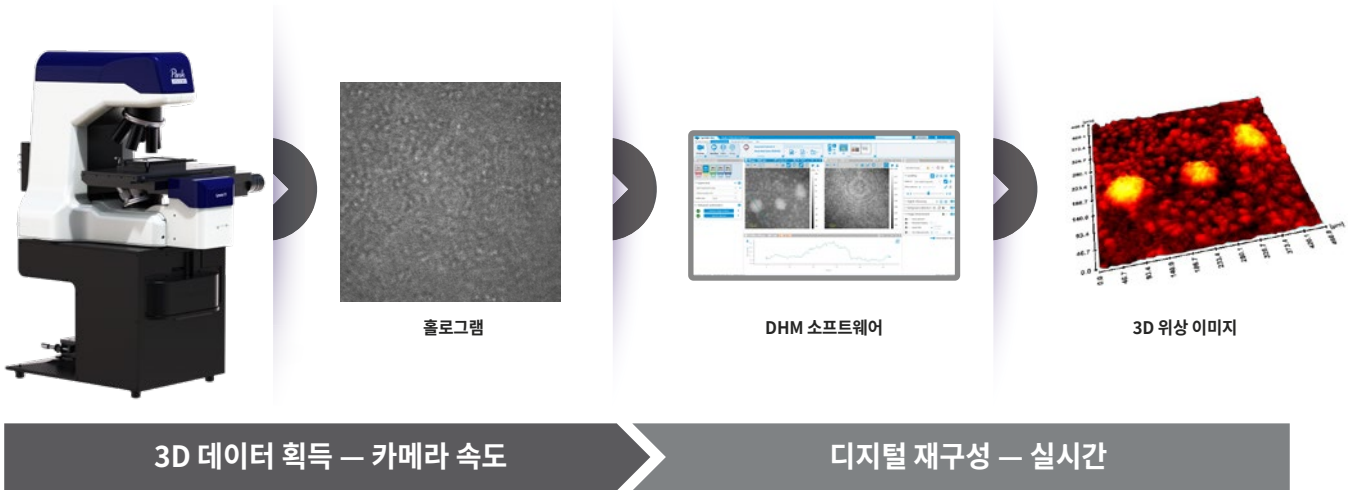
Lyncée Transmission Series: Data interpretation

생명과학 응용에서 Lyncée Transmission 시리즈는 살아있는 세포의 실시간 정량 위상 이미징(Quantitative Phase Imaging, QPI)을 제공합니다. 이후 세그멘테이션을 통해 개별 세포의 생존성, 컨플루언시, 세포 동역학과 같은 생물학적 파라미터를 제공합니다.



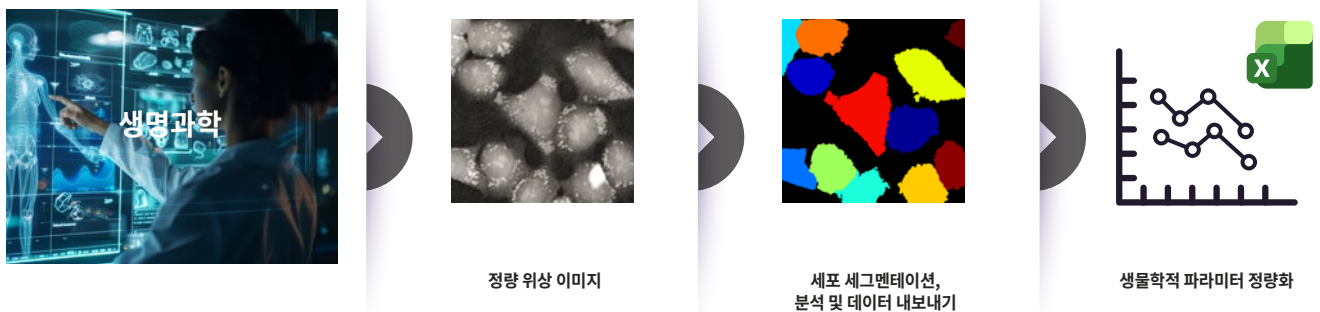
Lyncée Transmission Series: 워크플로우

데이터 획득은 카메라 속도에서 단일 촬영으로 샘플에 대한 전체 정보를 기록된 홀로그램에 인코딩합니다. 기록된 홀로그램은 이후 실시간으로 수치 재구성됩니다. 수치 재구성을 통해 획득 후 위상 이미지를 다시 초점 조정할 수 있으며, 모니터링 대상 샘플에 대한 정량 정보를 얻을 수 있습니다.

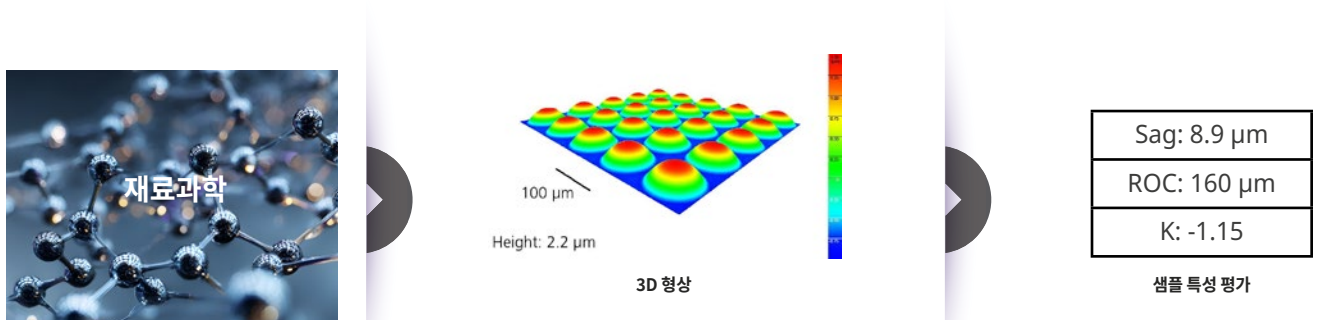


Lyncée Transmission Series: 데이터 해석

생명과학 응용에서 Lyncée Transmission 시리즈는 살아있는 세포의 실시간 정량 위상 이미징(Quantitative Phase Imaging, QPI)을 제공합니다. 이후 세그멘테이션을 통해 개별 세포의 생존성, 표면 차지율 (confluency), 세포 동역학과 같은 생물학적 파라미터를 제공합니다.



재료과학 응용에서는 3D 형상 및 재료 특성 정보와 그 시간 변화를 제공합니다. 이러한 정보는 연구와 품질 관리에 필요한 관련 지표를 얻기 위해 처리됩니다.

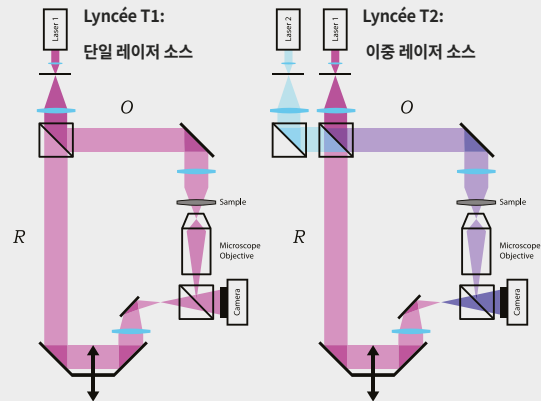


Lyncée Transmission Series

실험 요구에 맞춘 구성

Transmission DHM 모델

Lyncée Transmission 시리즈(Lyncée T1, T2)는 정밀한 광학 형상 측정에 최적화된 단일 및 이중 레이저 소스 구성을 제공합니다. Lyncée T1은 대부분의 응용에, Lyncée T2는 큰 단차 높이를 가진 샘플에 적합합니다.



대물렌즈 세트

대물렌즈 터렛은 1.25×부터 100×까지 최대 6개의 대물렌즈(공기 및 오일 침지)를 지원합니다. 이를 통해 넓은 시야 개요 관찰과 고배율 검사를 쉽게 전환할 수 있습니다.

전동 스테이지

옵션 전동 스테이지는 사전 정의된 XYZ 위치에서 자동 획득을 지원하여 사용자 개입 없이 여러 위치를 기록할 수 있습니다. 또한 여러 획득 이미지를 스티칭하여 더 넓은 시야를 확보하고 큰 샘플을 조사할 수 있습니다. 생명과학에서는 표준 멀티웰 마이크로플레이트(최대 384웰)와 호환되어 고내용 및 고처리량 스크리닝 어세이에 사용할 수 있습니다.



형광 모듈

형광 모듈을 Lyncée Transmission 시리즈와 결합하여 하나의 대물 렌즈를 통해 정량 위상 이미지와 형광 관찰이 가능 합니다. 이를 통해 라벨 프리 DHM 측정과 형광 어세이를 직접 상관시킬 수 있으며, 심장독성 스크리닝 및 단일 세포 분석 등에 적용할 수 있습니다. 플러그 앤 플레이 모듈은 다양한 광원과 카메라를 지원하며, 전용 필터를 통해 크로스토크 없는 운용을 지원합니다.

환경 챔버

다일간 타임랩스 실험에 적합한 추가 옵션입니다. 온도, O₂, CO₂, 습도를 전체 인큐베이터와 유사한 정밀도로 제어할 수 있습니다. 저산소 및 고산소 실험을 위해 옵션 가스 믹서를 통해 O₂ 제어를 추가할 수 있습니다.



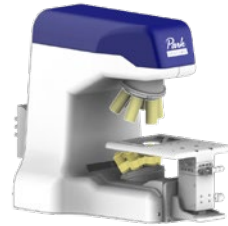
유연한 업그레이드 옵션

Lyncée Transmission 시리즈는 모듈성을 고려해 설계되었으며, 고객의 응용과 예산에 맞게 언제든지 하드웨어를 업그레이드할 수 있습니다.

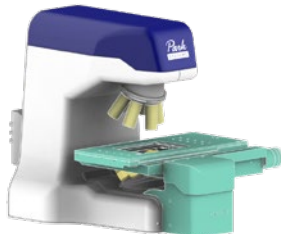
□ T1, the Standard DHM	◆ T2, the Dual-wavelength DHM	○ Upgrade Parts
■ 단일 대물렌즈	◆ 다중 대물렌즈 확장	● 콘덴서 및 대물렌즈 터렛
■ 단일 레이저 소스	◆ 이중 레이저 소스	● 다중 위치 실험용 전동 스테이지
◆ 다중 대물렌즈 확장		● 상관 현미경용 형광 모듈
		● 장시간 타임랩스용 환경 챔버



**Lyncée T1,
Standard DHM**



**Lyncée T1,
Standard DHM**



**Lyncée T1,
Standard DHM**



**Lyncée T1,
Standard DHM**



**Lyncée T1,
Standard DHM**



**Lyncée T2,
Dual-wavelength DHM**

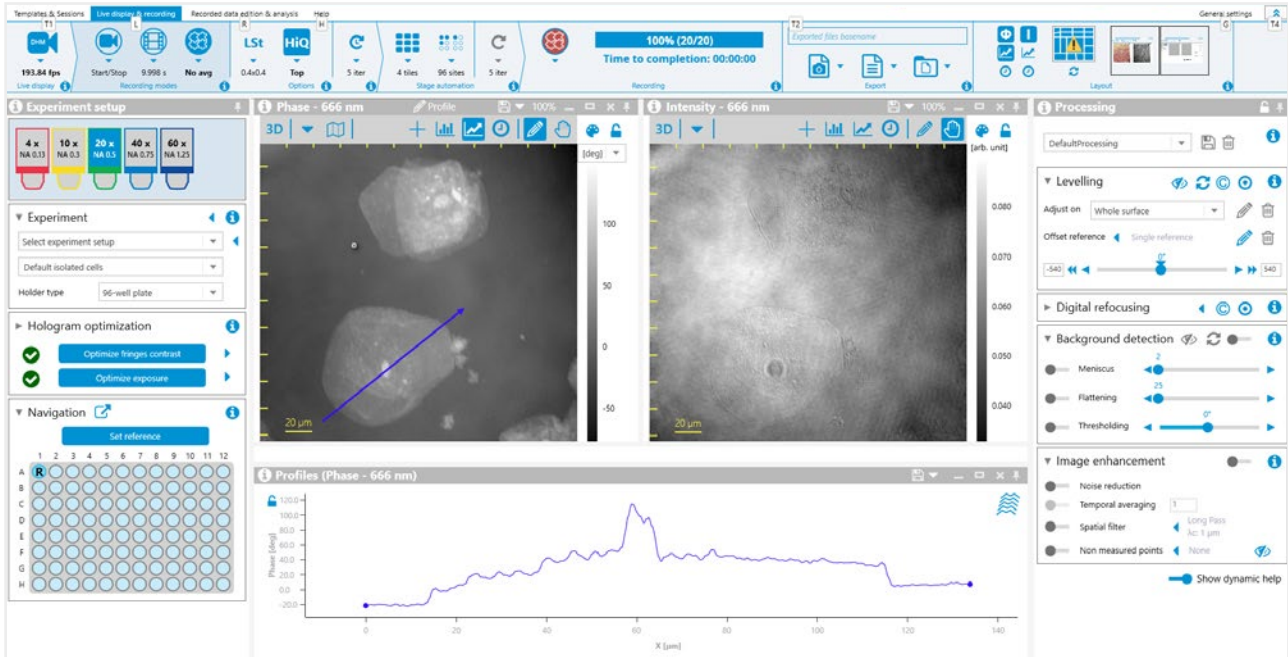


Lyncée Transmission Series

샘플 핸들링부터 데이터 분석까지 아우르는 완전한 솔루션

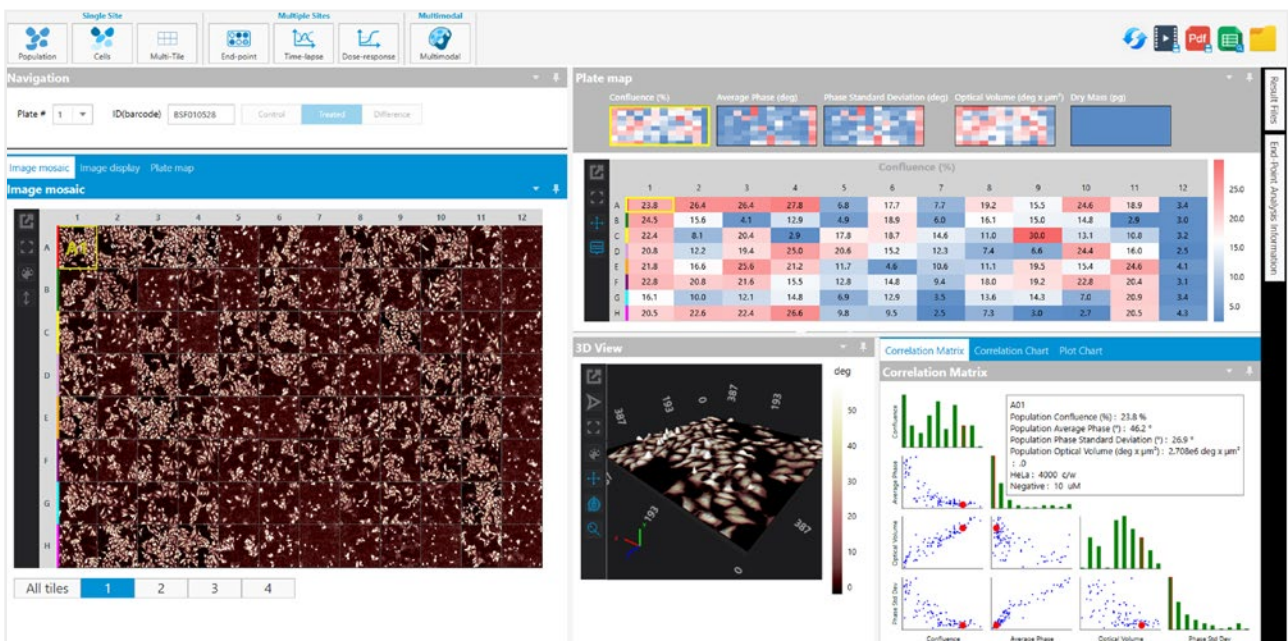
Koala 획득 및 분석 소프트웨어

Koala는 DHM 하드웨어 제어, 이미지 획득, 처리, 데이터 시각화를 위한 중앙 플랫폼입니다. 실시간 사용자 친화적 인터페이스를 제공하며, GPU 가속 성능과 이미지 및 분석 데이터의 유연한 내보내기를 지원합니다.



Cell Analysis Tool (CAT) 생물분석 소프트웨어

CAT는 생명과학 실험을 위해 설계된 분석 소프트웨어입니다. 전용 획득 소프트웨어 Koala와 원활하게 연동되어 이미지 획득부터 데이터 시각화와 보고서 생성까지 완성된 워크플로우를 제공합니다. 홀로그래픽 타임랩스 실험 중 세포를 자동으로 재초점 및 추적하고, 고내용 스크리닝 실험을 위한 멀티웰 플레이트 실험을 처리하며, 이중 모달리티 워크플로우에서 위상 및 형광 결합 분석도 지원합니다.



Lyncée Transmission Series

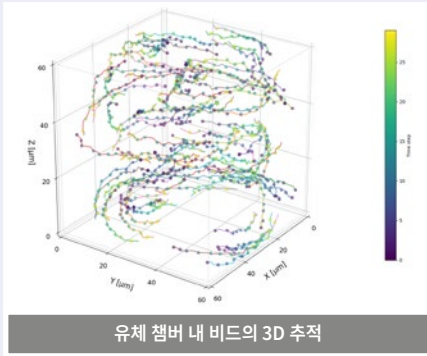
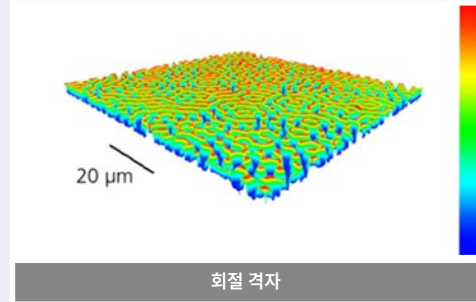
응용 분야

Materials Science

마이크로 옵틱스

자유곡면 광학계, 격자, 일반 렌즈 또는 Fresnel 렌즈의 광학 전달 함수를 특성 평가할 수 있습니다. 형상, 곡률 반경, 원뿔 상수 또는 이상 형상 대비 RMS 편차를 측정할 수 있습니다. 침지액을 사용하면 레트로리플렉터와 같이 매우 높은 NA를 가진 부품에 대한 정보를 얻을 수 있습니다.

유일한 투과형 간섭계



마이크로플루이드스 및 PIV

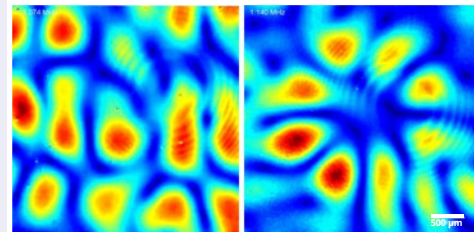
기능화 표면에서 액체의 퍼짐, 마이크로버블 및 마이크로플루이드 장치 내부 입자 궤적, 액체 간 계면, 마이크로래프트에 의한 수면 변형, 열역학적 파라미터가 시스템에 미치는 영향을 정적 및 동적으로 특성 평가할 수 있습니다.

단일 홀로그램 획득을 통한 3D 위치 측정

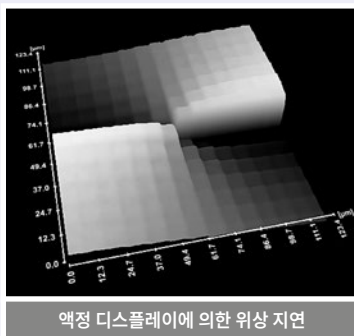
음향유체학

스트로보스코픽 모듈을 사용해 Transmission DHM을 동기화하면 최대 25 MHz 주파수에서 압전 구동으로 생성되는 힘장을 측정할 수 있습니다. 고속 카메라가 장착된 DHM은 최대 100,000 fps를 제공하여 음향장이 샘플에 미치는 비가역 효과를 분석할 수 있습니다.

마이크로초 및 초 단위 시간 스케일 현상의 동시 관찰



사각(왼쪽, 1.074 MHz) 및 원형(오른쪽, 1.140 MHz) 공진기 유체 챔버에서 유도된 음향장의 힘 히트맵



디스플레이

디스플레이 부품은 동적 마이크로·나노 패널, 생체모사 적응광학, 메타렌즈, 회절 도파관, 복굴절 부품, 액정 장치 등으로 발전하고 있습니다. Lyncée Transmission은 이러한 시스템의 개발과 품질 관리에 사용할 수 있습니다

강도, 위상, 편광 및 광학 전달 함수 특성 평가

Lyncée Transmission Series

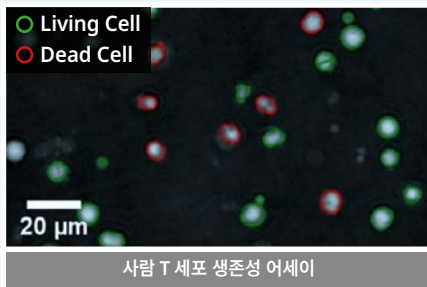
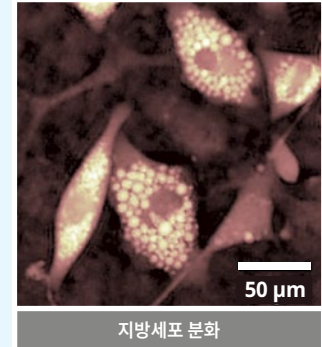
응용 분야

Life Sciences

지질 방울 정량화

DHM은 살아있는 세포의 형태, 형상, 세포 내 함량을 2D 및 3D에서 연속적이고 라벨 프리로 측정할 수 있습니다. 이 예에서는 Lyncée Transmission 시리즈를 사용해 염색이나 세척 없이 6일 동안 지방세포의 지질 방울 생성 측정이 가능했습니다.

세포 내 소기관 식별 및 정량화



라벨 프리 세포 생존성 평가

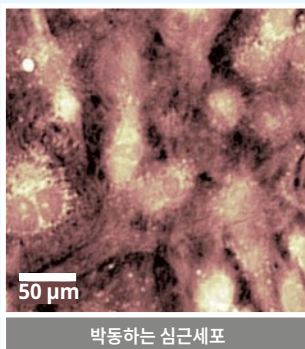
DHM과 머신러닝을 결합하면 형태학적 특성을 기반으로 살아있는 세포(녹색)와 죽은 세포(빨간색)를 분류할 수 있으며, 형광 검증 표준과 높은 상관성을 보입니다. Lyncée Transmission 시리즈는 비침습 세포 분석을 지원하며, 세포 및 유전자 치료 분야의 세포 건강 모니터링에 활용할 수 있습니다.

라벨 없이 생존성을 평가하는 방법

라이브 셀 추적

DHM의 고속 획득은 3D 공간에서 특정 세포 운동을 분리하고 추적할 수 있게 합니다. 이 예에서는 Lyncée Transmission 시리즈를 사용해 자유 유영하는 황소 정자 세포의 2.5초 궤적을 추적했습니다. 녹색 마커는 머리를 나타내며, 색상으로 표시된 경로는 z 위치와 시계 방향 나선 운동을 나타냅니다.

4D 운동 추적



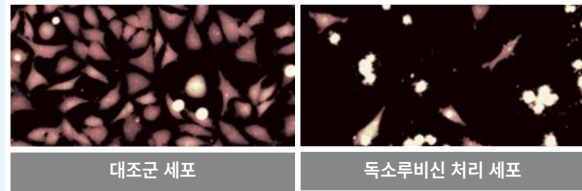
세포 동역학

DHM의 고속 획득과 라벨 프리 기능을 결합하면 체외에서 빠른 세포 동역학을 시각화하고 정량화할 수 있습니다. Lyncée Transmission 시리즈는 근세포의 형태 변화를 조사하는 데 사용할 수 있습니다. 이 예에서는 Lyncée Transmission을 사용해 심근세포의 기계적 변화와 세포 내 칼슘 방출을 조사했습니다.

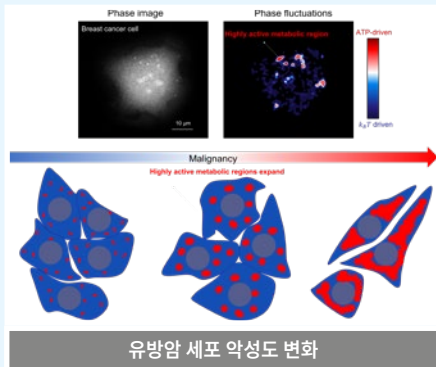
고속 세포 동역학의 저교란 모니터링

라벨 프리 세포독성 스크리닝

표준 형광 분석법과 대비 검증된 라벨 프리 DHM은 세포독성 어세이를 위한 고내용 스크리닝(HCS) 방법으로 사용할 수 있습니다. Lyncée Transmission 시리즈는 초기 신약 개발과 독성 프로파일링에 활용할 수 있는 솔루션을 제공합니다.



신약 개발을 위한 고내용 스크리닝



조기 암 검출

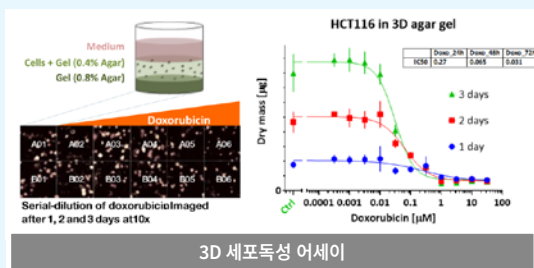
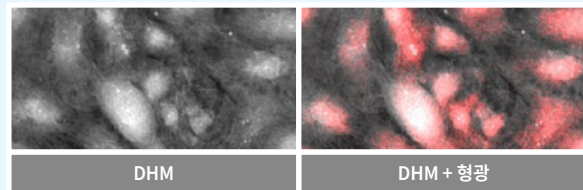
단일 획득을 통해 DHM은 카메라 속도에 가까운 빠른 이미징을 수행할 수 있습니다. 이 예에서는 세포 내 ATP 기반 위상 변동을 0.05초 간격으로 100초 동안 기록했습니다. DHM 분석 결과는 샘플 준비 없이도 세포 내 변동이 악성도와 대사 상태의 지표가 될 수 있음을 보여줍니다.

대사 및 종양학적 인사이트 결합

DHM과 형광의 상관 분석

DHM과 형광을 사용한 동시 이중 기록은 14개의 서로 다른 파라미터를 통해 심근세포 수축 동역학을 정밀하게 정량화할 수 있습니다. 이 다중 모달 접근법은 신규 치료제 개발에서 심장독성 평가를 위한 생리학적 정보를 제공합니다.

상호 보완적 입력을 연계하는 다중 모달 기능



3D 세포독성 어세이

3D 약물 테스트

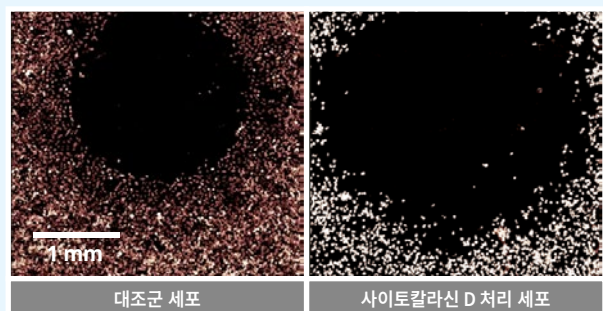
Lyncée Transmission은 생리학적으로 관련된 3D 아가 모델에서 약물 처리에 따른 스페로이드 성장을 모니터링할 수 있습니다. 정량 위상 이미징은 건조 질량 생성과 성장 동역학을 라벨 없이 측정할 수 있어, 시간에 따른 약물 반응과 효능을 평가하는 플랫폼으로 활용할 수 있습니다.

웰당 단일 획득 이미지로 3D 정보 확보

세포 이동 스크리닝

라벨 프리 DHM 이미징은 세포 이동 및 증식 억제제 스크리닝을 위한 빠르고 비용 효율적인 접근법을 제공합니다. 직접 QPI 이미지 분석을 통해 효능, 표현형, 세포독성 기준으로 화합물을 동시에 분류할 수 있습니다.

넓은 시야에서 이동/증식 정량화



Lyncée Transmission Series

기술 사양

Lyncée T1

- Number of laser sources: 1
- Operating wavelength (± 1.0 nm): 666 nm
- Sample illumination: down to $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
- Operation modes: single wavelength
- Objective & condenser turret: up to 6
- Vertical resolution: 2.0 nm
- Vertical measuring range:
 - Continuous structure: up to 500 μm
 - Discrete structure:
 - up to 1.0 μm (air)
 - up to 3.5 μm (water)
- Accuracy: 1.0 nm
- Repeatability: 0.02 nm

Lyncée T2

- Number of laser sources: 2
- Operating wavelengths (± 1.0 nm)
 - 666 nm
 - 794 nm
- Sample illumination: down to $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
- Operation modes
 - Single wavelength
 - Long synthetic 8 μm wavelength
- Objective & condenser turret: up to 6
- Vertical resolution
 - 1.0 nm (single wavelength)
 - 10.0 nm (synthetic wavelength)
- Vertical measuring range:
 - Continuous structure: up to 500 μm
 - Discrete structure:
 - up to 7.0 μm (air)
 - up to 22 μm (water)
- Accuracy:
 - 1.0 nm (single wavelength)
 - 5.0 nm (synthetic wavelength)
- Repeatability:
 - 0.02 nm (single wavelength)
 - 0.05 nm (synthetic wavelength)

Standard Camera

- Acquisition time standard: 500 μs
- Acquisition rate standard: 190 fps @ 1024×1024 pixels
- Reconstruction rate: up to 200 fps @ 1024×1024 pixels

Optional High-Speed Camera

- Acquisition time standard: 10 μs @ 256×256 pixels
- Acquisition rate standard: up to 100,000 fps @ 256×256 pixels

Motorized Stage

- Travel range (X $\times$ Y $\times$ Z): 114 $\times$ 76 $\times$ 38 mm
- X, Y min step size: 0.01 μm
- X, Y max speed: 60 mm/s
- Maximum load: 10 kg

Dimensions and Weight

- Dimensions (L $\times$ W $\times$ H): 600 $\times$ 350 $\times$ 500 mm
- Weight: 30 kg

Power Requirements

- Input voltage: 85-260 VAC, 50/60 Hz
- Power: 250 W (maximum)

Environmental Control Chamber

- Temperature range: ambient temperature $+3^\circ\text{C}$ to 45°C
- O_2 and CO_2 control
- Humidity: up to 95%

Objective Lenses (Life Sciences)

Mag.	Numerical Aperture	Working Distance (mm)	Field of View (μm) (square)	Lateral Resolution (μm)
1.25	0.04	3.7	4,200	19
2.5	0.07	11.2	2,100	11
5	0.15	13.7	1,050	5.3
10	0.32	11.1	525	2.7
20	0.55	1.20	260	1.4
40	0.80	0.40	130	0.78
63*	1.30	0.16	83	0.53
100*	1.32	0.18	52	0.47

* Requires oil immersion

Objective Lenses (Materials Science)

Mag.	Numerical Aperture	Working Distance (mm)	Field of View (μm) (square)	Lateral Resolution (μm)
1.25	0.04	3.7	5,280	8.50
2.5	0.07	11.2	2,640	4.90
5	0.12	14.0	1,320	2.85
10	0.30	11.0	660	1.15
20	0.40	1.15	330	0.85
40	0.75	0.37	165	0.45
63	0.75	0.50	132	0.43
100	0.9	1.0	66	0.38

