

Lyncée Reflection Series

時間分解型・高度トポグラフィソリューション



Park
SYSTEMS

Lyncée Reflection シリーズは、デジタルホログラフィック顕微鏡法 (Digital Holographic Microscopy, DHM) を基盤とした光干渉計です。測定はリアルタイムで、機械的スキャンを行わず単一取得で実行されます。

このほぼ瞬時の測定特性により、DHM は試料の 3D トポグラフィ測定だけでなく、外部刺激に対する試料の時間応答のモニタリング、製造工程における試料評価とプロセス最適化、大面積表面の評価と微小欠陥スクリーニング、高温・低温、液体中、真空中、ガス制御環境下での in situ 測定にも対応します。

DHM は、半導体、MEMS、医療技術、時計産業、産業計測、ポリマー、マイクロ・ナノテクノロジー、マイクロ-optics、フォトンクス分野の研究室および生産施設で使用されています。

主な特長

高度な性能

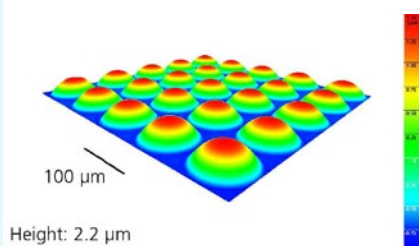
- 干渉計レベルの分解能
- 高速取得とリアルタイムデータ表示
- デジタル再フォーカス: 高速取得や難しい環境下でも高分解能イメージングを実現

あらゆる実験ニーズに対応

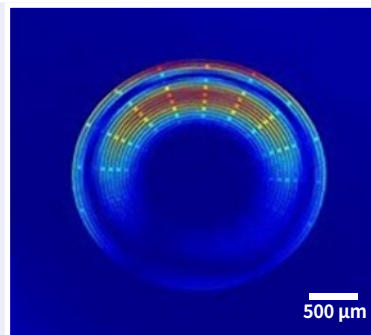
- 複数波長: 拡張された垂直測定範囲
- ステージ: 最大 300 mm 移動範囲および 6 軸制御
- 特定用途向けの幅広いオプション
- アップグレード可能な構成

標準構成

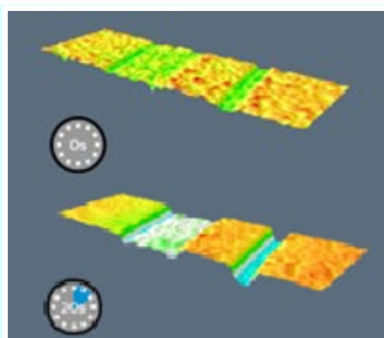
3D Interferometry



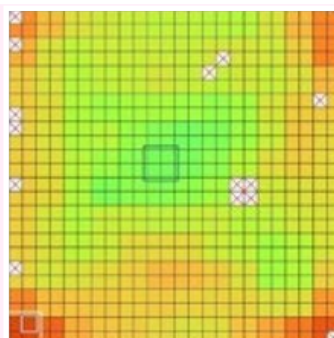
MEMS Analysis



4D Interferometry



Industrial Applications



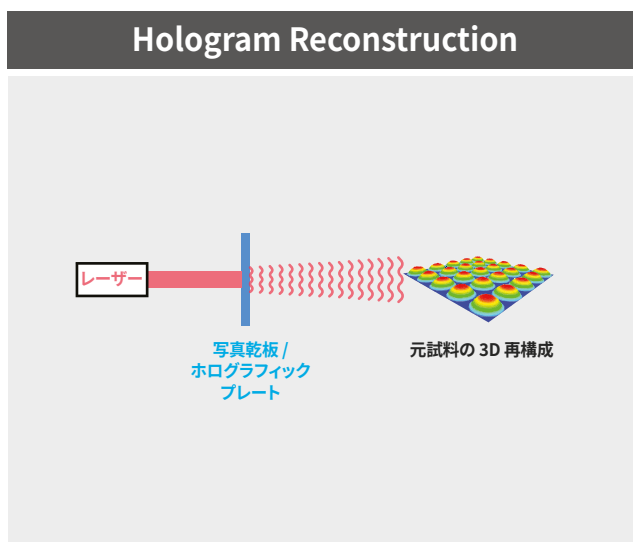
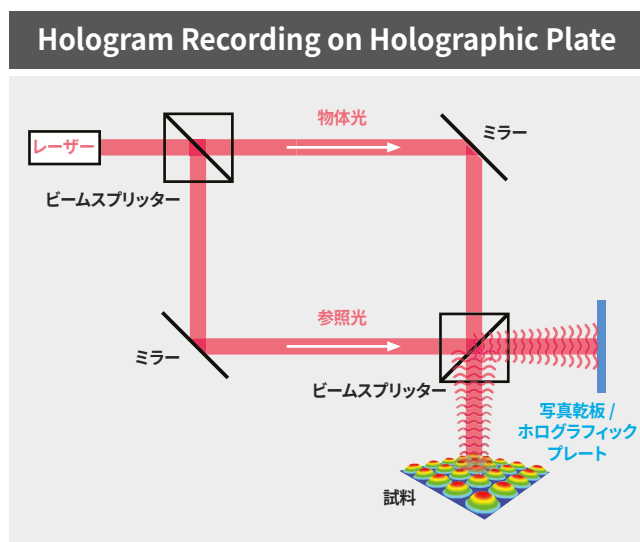


Lyncée Reflection Series

DHM 技術

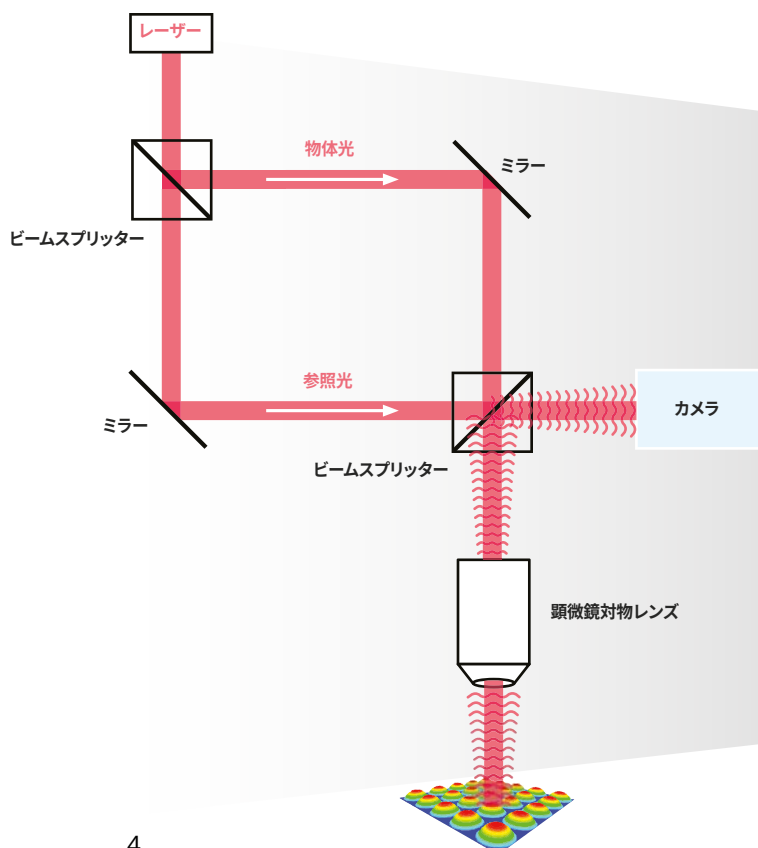
古典的ホログラフィーの原理

相干光ビームは、ビームスプリッターによって参照光と物体光に分割されます。物体光は試料に照射されます。試料から反射した光と参照光の干渉、すなわちホログラムは、感光性媒体である写真乾板に記録されます。これには試料によって生じた波面の位相変化および強度変化の情報が含まれます。ホログラフィックプレートに相干光を照射することで、元の試料の 3D 画像を再構成できます。



デジタルホログラフィック顕微鏡法 (DHM) の原理

DHM は古典的ホログラフィーのデジタル拡張です。写真乾板ではなくデジタルカメラでホログラムを記録する特許技術です。数値処理により従来の再照明プロセスを置き換え、撮像された試料によって生じる位相および強度変化をリアルタイムで取得します。この情報を解釈することで試料トポグラフィを取得します。

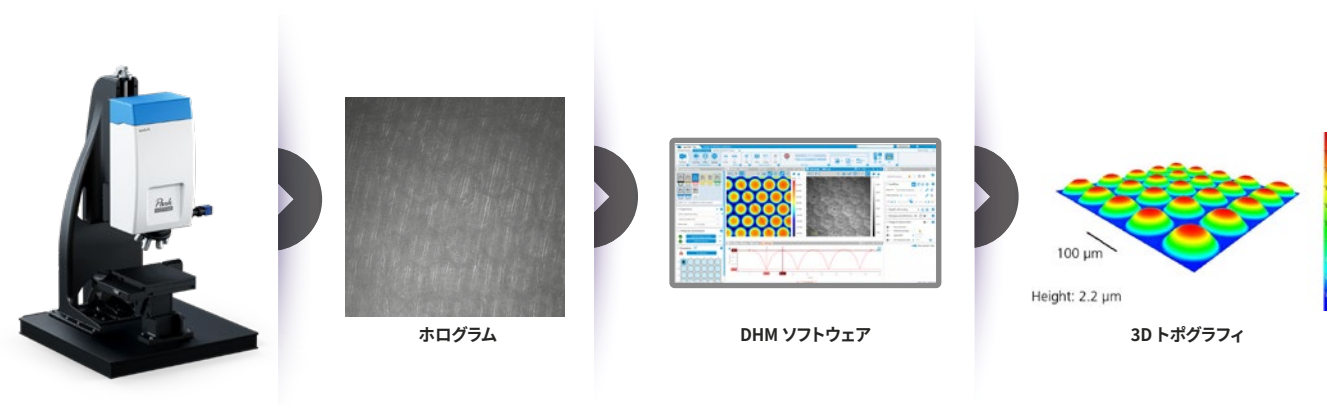


高速・時間分解アプリケーション向けワークフロー

3D データ取得は単一画像取得で行われ、カメラ周波数で繰り返されます。視野内のすべてのピクセルが同時に取得され、横方向、垂直方向、位相の機械的スキャンを必要としません。これにより、動的試料の全視野高速取得が可能になります。

時間分解能を実質的に定義する取得時間は、カメラのシャッター開時間、またはパルス光源の場合はレーザーパルスの持続時間に相当します。標準システムでは通常数百マイクロ秒、高速カメラ使用時には数十マイクロ秒、MEMS 解析では 5 ナノ秒まで短縮できます。

この高速取得能力は、試料変形の動的測定や大面積試料の評価に適しており、優れた繰り返し性と環境外乱に対する安定性を提供します。これは産業用途で特に有用です。



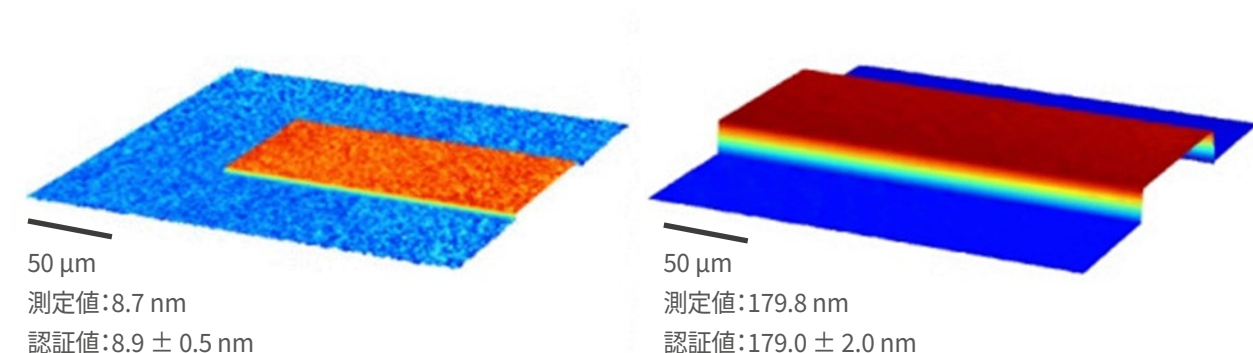
3D データ取得:カメラレート

デジタル再構成:ライブ

高度トポグラフィ用途に向けた高分解能・繰り返し性・線形性

Lyncée Reflection シリーズで測定される位相変化は、レーザー光源の波長と正確に関連しています。そのため、表面トポグラフィは干渉計レベルの分解能で測定されます。精密な波長帯を選択するために超安定干渉フィルターを使用することで、動作波長を正確に制御し安定させます。高さ値は、垂直校正や干渉式ピエゾコントローラーの精密位置決め／

繰り返し性、電動変位、共焦点検出システムなどに依存しません。これにより、繰り返し性の高い精密測定が可能になります。



VLSI 認証ステップ: サブナノメートル垂直分解能

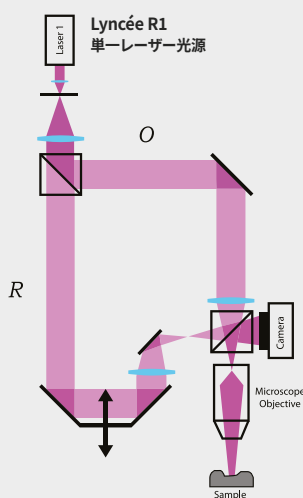
Lyncée Reflection Series

実験ニーズへの適応

Lyncée Reflection ヘッドモデル

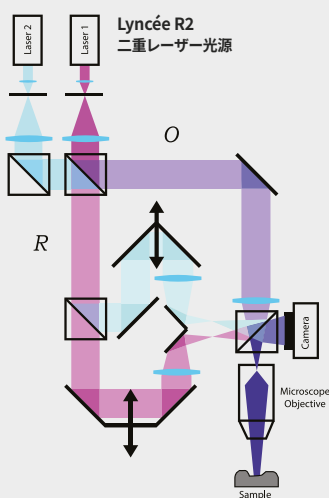
Lyncée R1

Lyncée R1 は単一波長で動作し、多くの MEMS 振動解析アプリケーションおよび 333 nm 未満の小さな段差高さを持つ表面の 3D トポグラフィ測定に適しています。



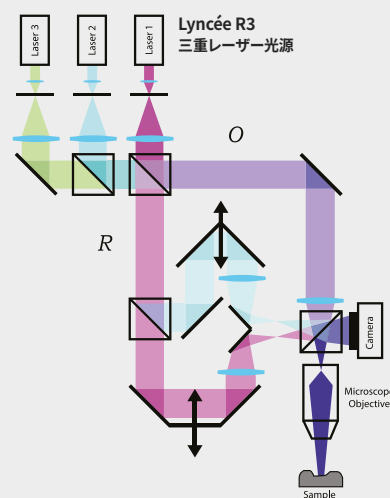
Lyncée R2

Lyncée R2 は 2 波長を備え、垂直分解能を維持しながら、段差高さ測定範囲を 2.1 μm まで拡張します。



Lyncée R3

Lyncée R3 は 3 波長を備え、段差高さ測定範囲を 24 μm までさらに拡張し、大きな不連続構造の研究に適しています。



柔軟なアップグレードとオプション

Lyncée Reflection はモジュール性を考慮して設計されています。DHM ヘッドへの波長追加、対物レンズ、電動ステージ、環境チャンバー、試料制御オプションなどを、アプリケーションや予算に合わせて随時アップグレードできます。



対物レンズセット

対物レンズターレットは、1.25 $\times$ から 100 $\times$ までの最大 6 本の対物レンズをサポートし、広視野観察と高倍率検査を容易に切り替えることができます。対物レンズの選択肢には、超長作動距離、超高 NA、ガラス補正、油浸、水浸モデルが含まれます。

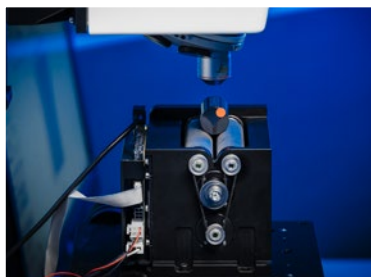


電動サンプルステージ

電動ステージは測定能力を高めるために利用できます。ジョイスティックによる手動制御が可能で、Koala ソフトウェアにより完全自動化できます。多地点測定のための自動移動や、複数画像の自動取得・スティッチングによる測定視野拡大が可能です。100 mm から 300 mm の X/Y 移動範囲と、Z 方向 (光軸、焦点) 38 mm の移動範囲を持つ線形ステージなど、用途と試料に合わせた多様なステージが用意されています。

6 軸制御

最大 6 軸制御のソリューションにより、球面・円筒試料や、大きな角度で光を偏向するマイクロミラーのような構造を精密に測定できます。



回転ステージ

円筒、シャフト、金属ロール、ガラス管などの円筒部品全表面を測定するため、Lyncée Reflection は電動回転ステージを提供します。これは電動または手動 XYZ 線形ステージと互換性があります。2 つの駆動ローラー間隔は、さまざまな直径の試料に合わせて調整できます。専用インターフェースにより、試料の対称軸方向への移動と回転を制御できます。



ストロボスコプユニット

MEMS 解析に特化したストロボスコプユニットは、Koala MEMS Analyzer Suite と連携し、MEMS の励振駆動信号とホログラム取得を同期します。最大 25 MHz、200 MHz 帯域幅で、励振周期に沿った MEMS の精密トポグラフィ測定を可能にします。

真空・熱チャンバー

Lyncée Reflection シリーズ独自の光学セットアップにより、光学窓越しの測定が可能です。窓の光学厚さは自動的に考慮されるため、参照光に完全に校正されたガラス補償スライドを手動で追加する必要はありません。

さまざまなガス、温度、圧力条件で試料を測定するため、Lyncée Reflection シリーズ向けに最適化された 2 種類のオプション真空/熱チャンバーモジュールが用意されています。チャンバーには、指定ガスでパージするためのポートが装備されています。



ステージトップ真空チャンバー (Stage Top Vacuum Chamber)

ステージトップ真空チャンバーは手動または電動ステージに対応し、最大 $\varnothing 40$ mm の試料を受け入れ、 $-196 \sim 350$ °C の温度範囲をサポートします。

大型真空チャンバー V400 (Large Vacuum Chamber)

V400 真空チャンバーは電動ステージと大きな観察窓を備え、最大 100×100 mm の試料に対応します。手動または電動ステージと互換性があり、 $-40 \sim 120$ °C の温度範囲をサポートします。

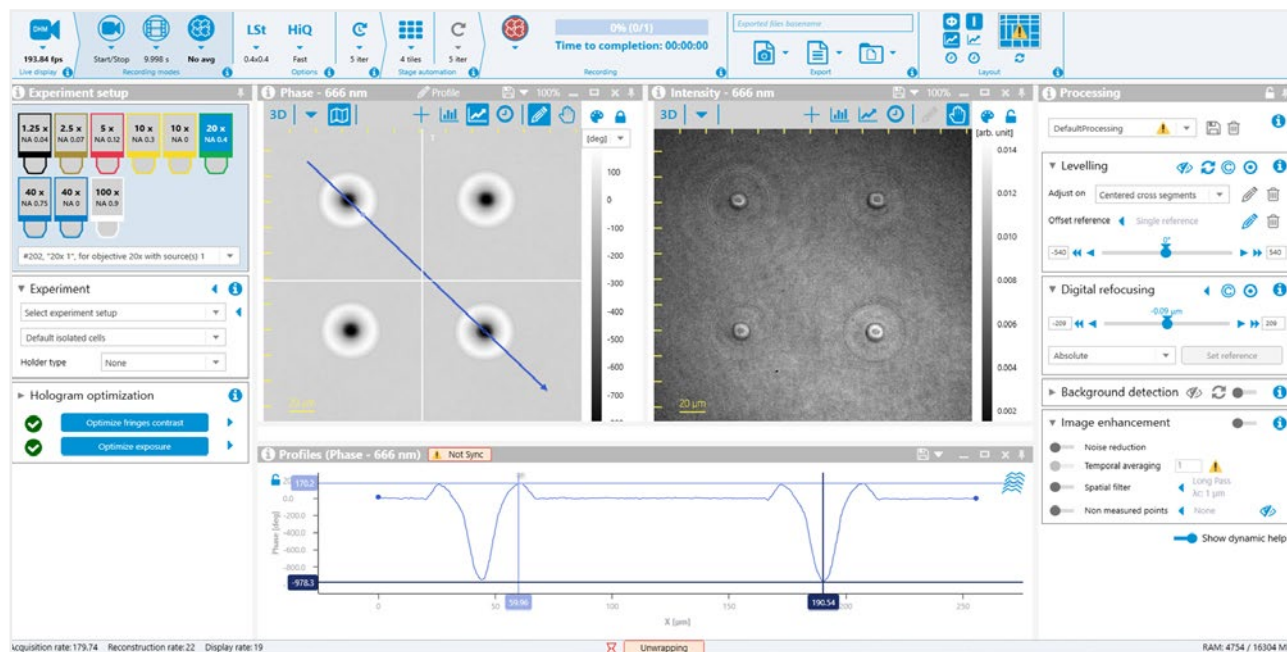


Lyncée Reflection Series

試料ハンドリングからデータ解析までのトータルソリューション

Koala 取得・解析ソフトウェア

Koala は、DHM ハードウェア制御、画像取得、処理、データ可視化の中心プラットフォームです。リアルタイムで使いやすいインターフェース、GPU 加速性能、画像および解析データの柔軟なエクスポートを提供します。



Koala は、リアルタイム観察、動的解析、自動化ワークフロー向けの柔軟な動作モードを提供します。各モードは、単一インターフェース内で取得、可視化、大面積測定を効率化するように最適化されています。

- シーケンスモード(Sequence Mode): 時間変化の研究のためにホログラムデータを記録・再生
- スティックモード(Stitching Mode): 複数視野をシームレスな大面積画像に統合
- 自動マルチサイトモード(Automated Multisite Mode): 複数地点で自動測定を実行
- ストロボスコープモード(Stroboscopic Mode): 振動または MEMS 解析のため、周期運動と取得を同期
- TCP-IP モード(TCP-IP Mode): 自動化と外部ソフトウェア統合により再現性のあるワークフローを実現
- リプレイ／リプロセッシングモード(Replay and Reprocessing Mode): 取得済みデータを再生・再処理

Koala は、ホログラフィックデータの正確な定量評価のための高度解析モードも提供します。処理とデジタル再構成により、統合環境内で精密な表面測定、動的モニタリング、効率的な後処理を実現します。

- デジタル再フォーカス(Digital Focusing): 機械調整なしでデジタル再フォーカスし、被写界深度を拡張
- チルト補正・表面レベリング(Tilt Compensation & Surface Leveling): 傾きと形状を除去し、トポグラフィ表現と解析を改善
- 位相モニタリング(Phase Monitoring): 動的またはライブ試料解析のため、時間的位相変化を追跡
- 粗さ・表面テクスチャ解析(Roughness & Surface Texture Analysis): 標準化された粗さ、うねり、形状パラメータを算出
- プロファイル抽出・測定ツール(Profile Extraction & Measurement Tools): 3D データから断面を抽出し寸法測定を実行
- 高度可視化・データ表示(Advanced Visualization & Data Display): 強化可視化ツールによりインタラクティブな 2D/3D 表示を提供

MEMS 解析ツールソフトウェア

MEMS Analysis Tool は、周期現象および非周期現象の両方に対して、3D トポグラフィ時間シーケンス (4D) の空間、時間、周波数解析を定量的かつ精密に行う後解析ソフトウェアです。

MEMS 特性を幅広く測定

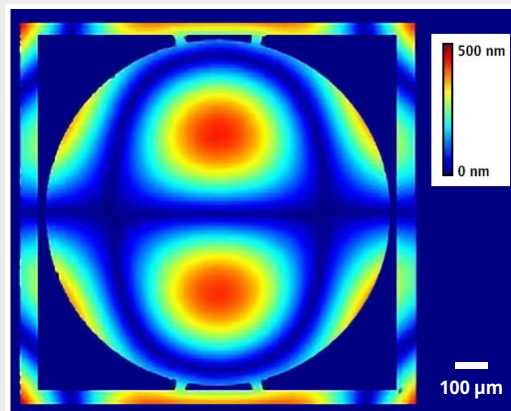
- モード形状
- 振動マップ: 振幅と位相
 - 任意方向
 - 視野内の任意位置
 - 任意構造
- 周波数応答
- 電気応答

シミュレーションと測定結果を比較

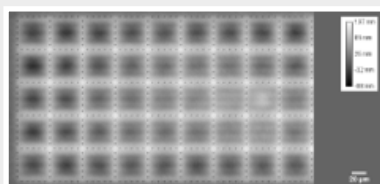
- いつでもどこでもデータの後解析が可能
- 高度解析用にオープン形式でデータをエクスポート
- バッチ試料を効率的に比較するための独自解析テンプレートを定義

成果を効率的に共有・発信

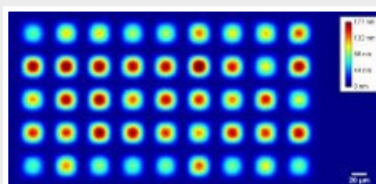
- オープン形式: 生データと解析結果にアクセス
- 論文・学会発表用の動画作成に活用



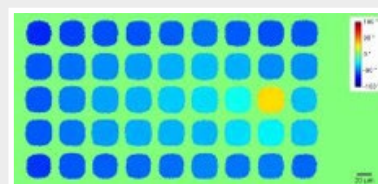
振動マップ @ 773 kHz。
提供: LEMOptix (スイス、ローザンヌ)。



cMUT @ 8 MHz: トポグラフィ時間シーケンス。*
提供: Fraunhofer IPMS (ドイツ、ドレスデン)。



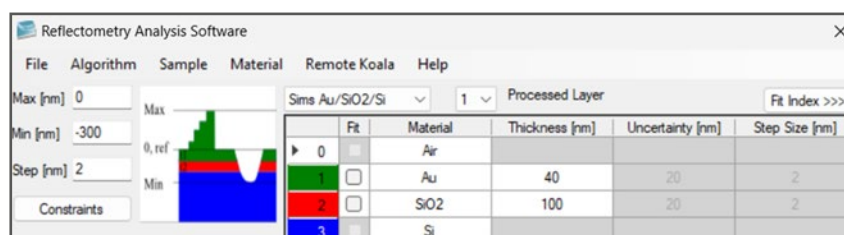
cMUT @ 8 MHz: 振幅振動マップ。



cMUT @ 8 MHz: 位相振動マップ。

反射計解析ソフトウェア

Reflectometry Analysis ソフトウェアは、反射基板上の透明または半透明構造のトポグラフィを取得するために設計された専用後解析ツールです。この専用スイートは、反射の物理法則を用いて波面を計算し、反射信号を解釈するために開発されました。この計算により、透明および半透明層の 3D トポグラフィ、屈折率、厚さを算出・可視化できます。未知パラメータを最小化し、取得波長数を増やすことで測定精度が向上します。



Reflectometry Analysis Software は、異なる透明・半透明層の層構造を構築できます

Reflectometry Analysis ソフトウェアには、多数の材料屈折率および試料構造を含むデータベースがプリロードされており、一般材料の反射計解析を便利かつ迅速に行えます。より専門的なケースでは、ユーザーがカスタム値を直接アップロード・更新し、今後の利用に反映できます。

Lyncée Reflection Series

アプリケーション設計

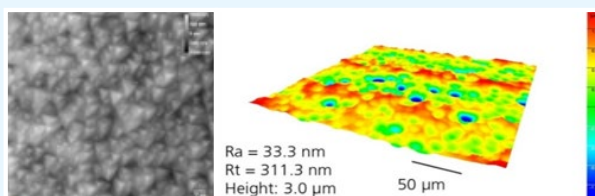
3D Topography

熱変形

Lyncée Reflection シリーズによる測定は、明視野光学顕微鏡での測定と同様に簡単で、リアルタイムのトポグラフィ画像が画面上に直接表示されます。試料のチルト/チップを精密に調整する必要がなく、迅速なセットアップと試料表面の関心領域の素早い特定が可能です。特に in situ 測定に有用です。



800 °C における Micro Hot Plate の熱変形
5× 対物レンズ (NA 0.12)、FOV 1.2 mm × 1.2 mm



[石英ウェハ (左) およびアルミニウム (右) の表面トポグラフィ、
40× 対物レンズ (NA 0.75)、FOV 160 μm × 160 μm]

表面テクスチャ解析

Koala ソフトウェアを使用することで、Lyncée Reflection シリーズで取得したトポグラフィデータを国際規格に従って解析し、粗さ (Sa, St, Sz, Sp など)、うねり、一次プロファイルを含む主要な表面テクスチャパラメータを抽出できます。これにより、標準化された表面評価が可能になります。

4D Topography

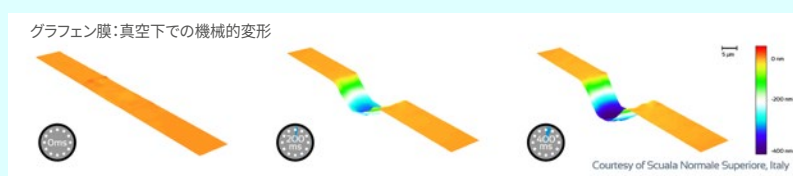
電気化学

電気化学プロセス、エッチング、または成膜に関する研究では、多様な媒体、密閉セットアップ、または極端な熱力学条件下での測定が必要になります。Lyncée Reflection シリーズは、液中測定や光学ビューポート越し測定に最適化された対物レンズを提供し、デジタル再フォーカスにより後処理中に熱膨張や焦点ドリフトを補正できます。



化学エッチング: in situ 評価およびエンドポイントモニタリング

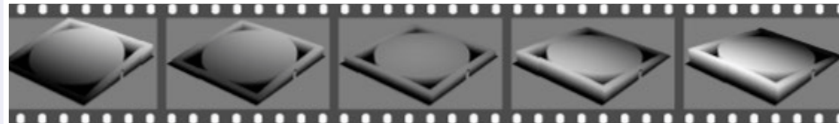
標準取得速度が十分でない場合、Lyncée Reflection シリーズには超高速カメラを搭載できます。高速ホログラム取得は、16,000 fps (1024 × 1024)、60,000 fps (512 × 512)、116,000 fps (256 × 256) に達し、高速ダイナミクスのリアルタイム解析に対応します。



100× (NA 0.9) 対物レンズを用いた真空下での直径 10 μm グラフェン膜変形

4D (3D + 時間) マイクロシステム評価

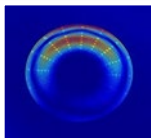
Lyncée Reflection シリーズで連続測定されたトポグラフィにより、励振波形に沿った MEMS 挙動を詳細に解析できます。取得したデータセットは直接使用することも、DHM 解析ツールでさらに処理して、面内および面外変位・振動、任意ピクセルにおける瞬時速度・加速度、振幅および位相振動マップを抽出することもできます。



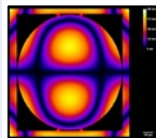
20 kHz 正弦波に対するマイクロミラー応答 (位相 0°, 45°, 90°, 135°, 180°)

面外振幅・位相振動マップ

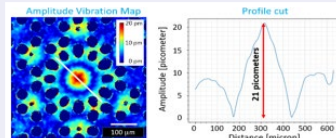
Lyncée Reflection シリーズを使用することで、面外振幅および位相振動マップにより、実験データとシミュレーションを迅速かつ直接比較でき、マイクロシステム開発時間の短縮に役立ちます。高分解能マップは数秒以内にメガピクセルスケールで取得でき、精密振動解析に適したサブピコメートル面外感度を備えます。



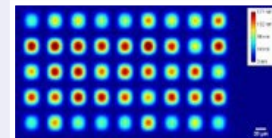
80 kHz ジャイロスコープ
: 微細構造を解像



491 kHz マイクロミラー
: 4 pm 垂直分解能



1.37 MHz フォノニック結晶、高 Q モード
: サブピコメートル垂直分解能を達成

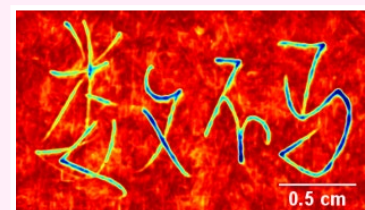


8 MHz CMUT アレイ: クロスストーク解析

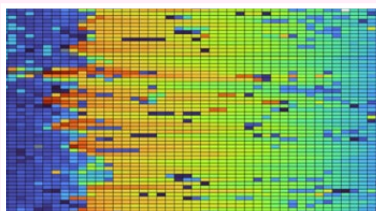
Industrial Applications

大面積試料の評価

署名の 3D トポグラフィは、筆圧、筆順、利き手などを明らかにする法科学文書検査の有用な手段です。この例では、Lyncée Reflection シリーズが自動画像スティッチングによる大面積解析と高横方向分解能を組み合わせ、微細な表面詳細を保持しながら試料全体を評価できます。署名全体 (20 mm × 30 mm) のスキャン時間は 60 秒未満です。



Lyncée R3, 20 mm × 30 mm スティッチング, 10× 対物レンズ,
200 × 200 × 38 mm 電動ステージ



直径 8 mm シリンジ内面のシリコンコーティング厚さの展開表示
Lyncée R1, 20× 対物レンズ, 200 × 200 × 100 mm 電動ステージ

シリンジ内面のシリコン処理

イタリアの EMEA Technology Excellence Center 研究所との緊密な協力により、シリンジなどの医薬品用ガラス容器内面に堆積したシリコンの量と空間分布を測定する自動システムが開発されました。シリコン厚さと均一性の正確な制御は、ガラス容器の機能面および外観面の性能を確保するために重要です。

Lyncée Reflection Series

技術仕様

Lyncée R1

- Number of laser sources: 1
- Operating wavelength (± 1.0 nm): 675 nm
- Laser stability: 0.01 nm/°C at 675 nm
- Operation modes: single wavelength
- Objective & condenser turret: up to 6 lenses
- Vertical resolution: 0.3 nm
- Vertical measuring range
 - Continuous structure: up to 200 μ m
 - Discrete structure: up to 333 nm
- Accuracy: 0.15 nm
- Repeatability: 0.01 nm

Lyncée R2

- Number of laser sources: 2
- Operating wavelength (± 1.0 nm)
 - 675 nm
 - 794 nm
- Laser stability: 0.01 nm/°C at 675 nm
- Operation modes
 - Single wavelength
 - Synthetic 4.4 μ m wavelength
- Objective & condenser turret: up to 6 lenses
- Vertical resolution:
 - 0.3 nm (single wavelength)
 - 6.0 nm (synthetic wavelength)
- Vertical measuring range
 - Continuous structure: up to 200 μ m
 - Discrete structure: up to 2.1 μ m
- Accuracy
 - 0.15 nm (single wavelength)
 - 3.0 nm (synthetic wavelength)
- Repeatability
 - 0.01 nm (single wavelength)
 - 0.1 nm (synthetic wavelength)

Lyncée R3

- Number of laser sources: 3
- Operating wavelength (± 1.0 nm)
 - 666 nm
 - 675 nm
 - 794 nm
- Laser stability: 0.01 nm/°C at 675 nm
- Operation modes
 - Single wavelength
 - Synthetic 50 μ m wavelength
- Objective & condenser turret: up to 6 lenses
- Vertical resolution: 40 nm (single and synthetic wavelength)
- Vertical measuring range
 - Continuous structure: up to 200 μ m
 - Discrete structure: up to 24 μ m
- Accuracy
 - 0.15 nm (single wavelength)
 - 3.0 nm (synthetic wavelength)
- Repeatability
 - 0.5 nm (single and synthetic wavelength)

Optional Motorized Sample Stage

- Travel range (X $\times$ Y $\times$ Z): up to 300 $\times$ 300 $\times$ 38 mm

Standard Camera

- Acquisition time (standard): 500 μ s
- Acquisition rate (standard): 190 fps @ 1024 $\times$ 1024 pixels
- Reconstruction rate: up to 200 fps @ 1024 $\times$ 1024 pixels

Dimensions and Weight

- Dimensions (L $\times$ W $\times$ H): 600 $\times$ 600 $\times$ 800 mm
- Weight: 48 kg

Power Requirements

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

Optional High-Speed Camera

- Acquisition time (standard): 10 μ s @ 256 $\times$ 256 pixels
- Acquisition rate (standard)
 - 16,500 fps @ 1024 $\times$ 1024 pixels
 - up to 100,000 fps @ 256 $\times$ 256 pixels

Vacuum and Thermal Chambers

- Stage-top vacuum chamber
 - Vacuum: minimum pressure (pump-limited, typical 10⁻⁶ mbar)
 - Thermal range
 - standard: -40 °C to 120 °C,
 - optional: -196 °C (requires liquid nitrogen) to 350 °C
 - Optical port 46 mm diameter
 - Sample size: max 40 mm diameter
 - Adaptation plate for manual stage and 100 $\times$ 100 motorized stage
 - Minimum objective working distance: 4.5 mm
 - Internal dimensions: 130 $\times$ 80 $\times$ 29 mm
- V400 environmental chamber
 - Vacuum: minimum pressure (pump-limited, typical 10⁻⁶ mbar)
 - Thermal range: -20 °C to 120 °C
 - Sample size: max 100 $\times$ 100 mm
 - Minimum objective working distance : 3 mm
 - Chamber size: 400 $\times$ 400 $\times$ 400 mm
 - Top-flange with 2 mm-thick window and 40 mm clear aperture
 - Transparent Plexiglas front door for convenient sample visualization



Park
SYSTEMS

www.parksystems.com