

# OPAL-MD - マルチダイ テストステーション

## 集積フォトニクス用自動テストステーション

- フォトニック集積回路(PIC)の正確で自動化された、高速でコスト効率の高い、トレーサブルなテストが可能です。



### 主な特徴

1回の自動実行で複数の個別ダイの特性評価

精密で再現性の高い光学アライメントと電気プロービングのための完全なPICテスト・プラットフォーム

付属のPILOTソフトウェアサイトによる準備、自動実行(ナビゲーション、アライメント、機器制御)、およびデータ管理(リポジトリ、分析)

位置変更可能な光学および電気RF/DCヘッドを備えた柔軟な設計

必要に応じて、さまざまな光学ヘッドオプションシングルファイバーまたはファイバーアレイの表面およびエッジカップリング用に最大6軸のモーター駆動が可能

### アプリケーション

研究開発、設計検証、プロセス開発からパイロット生産まで

複数プロジェクトのウェーハランから複数の個別ダイを自動テスト

統計的回路性能と歩留まりの詳細分析

シリコンフォトニクス、リン化インジウム、III-V、ポリマー、ヘテロジニアスなど、あらゆる集積フォトニックプラットフォームでのオプトエレクトロニクス試験。

アプリケーションにとらわれない: テレコム & データコム・トランシーバ、量子、LIDAR、センサ、AIなど。

## OPAL-MDプラットフォーム

OPAL-MDマルチダイ・テストステーションは、正確で再現性が高く、柔軟で高速なハードウェアにより、集積フォトニクスの高性能な特性評価を提供します。PILOTソフトウェア・スイートは、OPAL-MDハードウェアの機能を強化し、自動化されたテスト・ステーションと、実用的なデータに変換できる高品質な測定ソースを提供します。完全なアプリケーションスイートは、完全な試験・測定フローをサポートするプラットフォームであり、ユーザーがよりデータドリブンになることを支援します。OPAL-MDは、EXFOの先進的な光学測定機能と組み合わせることで、サードパーティの測定器にも開放され、PIC 検査のための完全なプラットフォームとなります。

PILOT software for automation  
and data repository



OPAL station for  
precise probing



Industry-leading EXFO testers  
for full optical characterization



+ Third-party instruments

図 1. OPAL-MDテストステーション、PILOTソフトウェア、PICの光学特性評価用EXFOデバイスで構成されるEXFOのマルチダイテスト用プラットフォーム。サードパーティの装置を追加し、PILOTで制御することも可能。

ステーションのハードウェアは、モーター駆動の4軸モーションシステムチャック位置決めステージで構成され、100×100 mmのエリアに1つまたは複数のサンプルを保持します。このステーションには、光学式または電気式プローブ用のプローブヘッドを最大3つまで取り付けすることができます。また、高解像度のインライン明視野トップビジョンシステムとテレセントリックサイドビジョンシステムを搭載しています。システムには、工業用ラックマウントコンピュータにインストールされたPILOTソフトウェアスイートの専用ライセンスが含まれています。

ベース・モーション・システムと電動オプティカル・プローブの高い分解能と再現性は、光学測定における挿入損失と誤差の低減につながります。

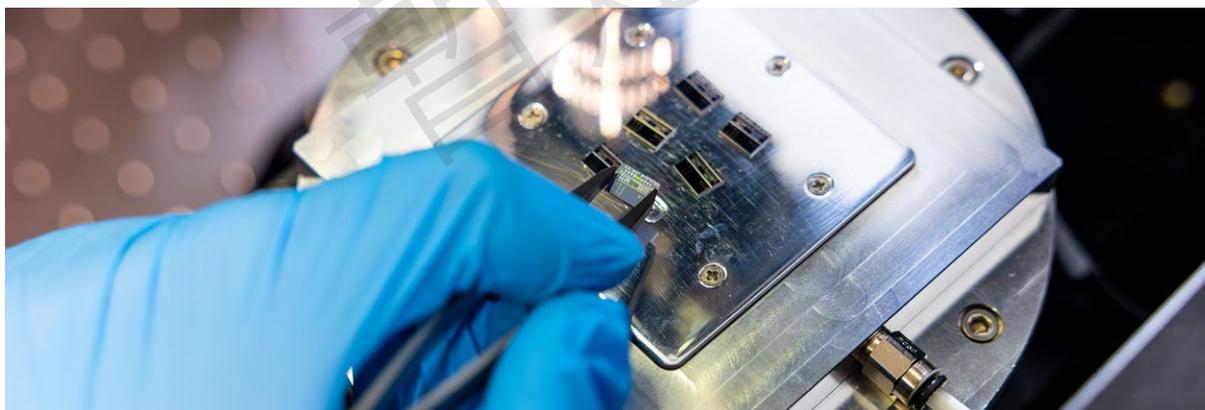


図2. 電動ベースステージと自動ナビゲーションを使用して、一度に複数のシングルダイをテスト。

OPAL-MDは、テスト実行中に人が介在することなく、複数のダイと回路を効率的にテストする機能を提供することで、包括的で正確なデータセットを構築するのに有効です。このデータを使用して、ファウンドリ固有の製造ばらつき、システム性能、歩留まりを解析し、抽出することができます。このような情報は、ロバスト性、歩留まり、パフォーマンスを向上させるための製造およびテストプロセスを開発しながら、高性能で製造に耐性のある回路に向けて研究開発を繰り返す上で貴重です。

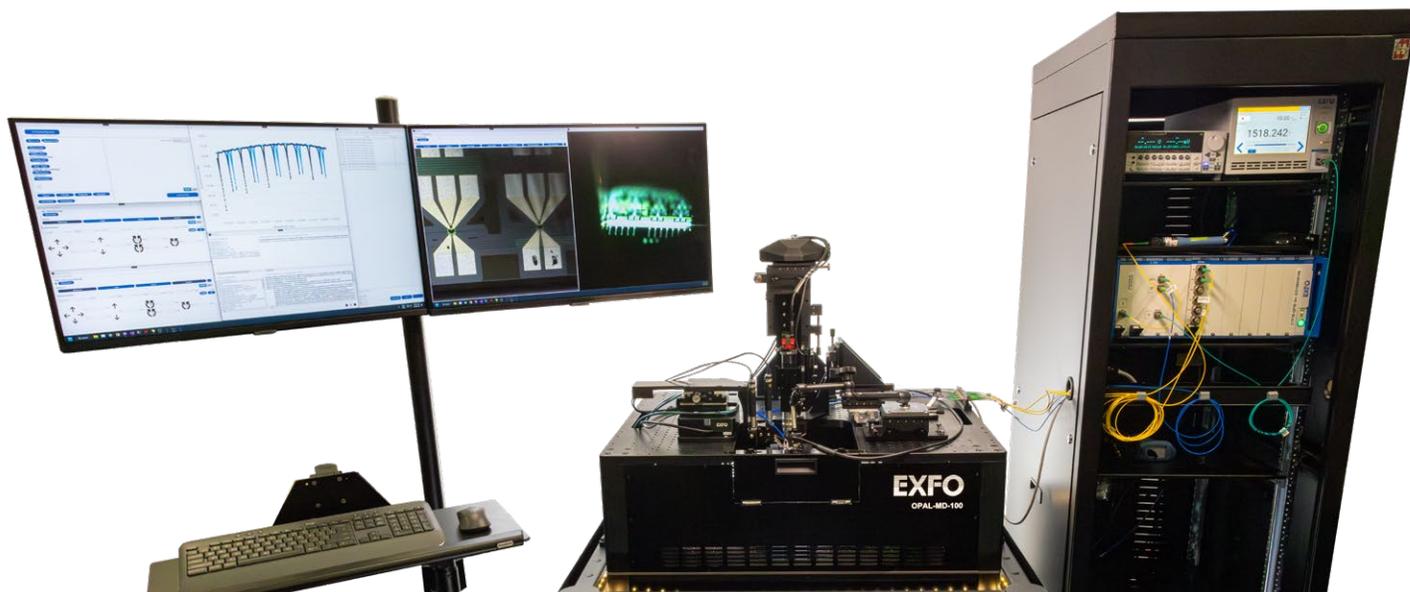


図3. EXFOのOPAL-MD、PILOTソフトウェア、CTP10、T500SまたはT200Sレーザーで構成されるテストセットアップ、フォトニック集積回路の光特性評価用の完全な自動テストおよびデータ管理ソリューションの一部として使用。

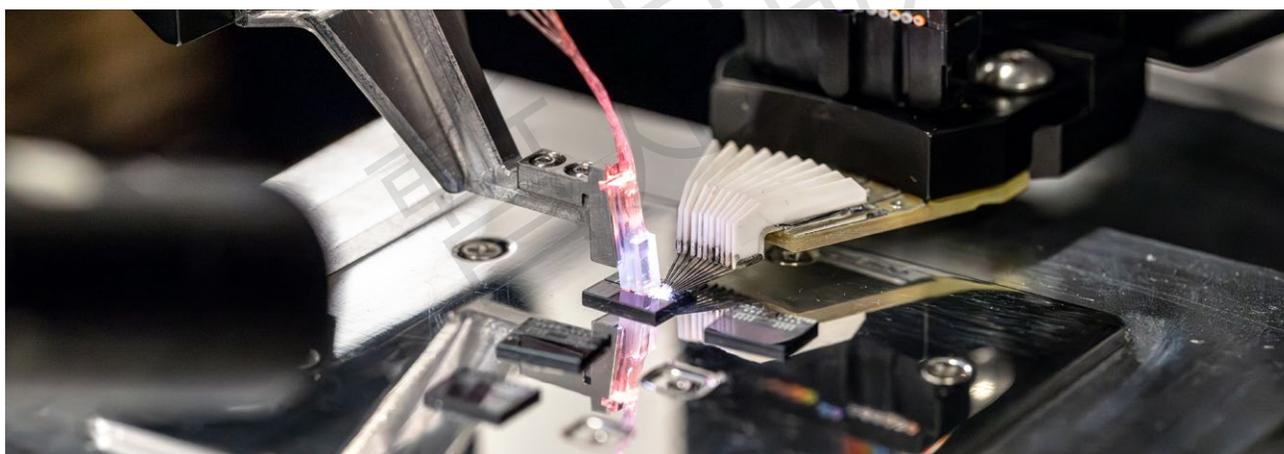


図4. 光プローブと電気プローブ。表面結合用ファイバーアレイとDCプローブ。プローブは含まれていません。

OPAL-MDステーションは、PICテストに特化したOPALファミリーのテストステーションの一つで、性能、能力、スループットレベルが異なります。これらのテスト・ステーションは以下の通りです：

- OPAL-EC: エッジカップリングウェハレベルステーション
- OPAL-SC: 表面結合専用ウェハステーション
- OPAL-MD: マルチダイステーション
- OPAL-SD: シングルダイステーション

すべての試験ステーションはPILOTソフトウェアによって駆動されます。そのため、あるステーションで開発されたテストプロセスやユーザートレーニングは、OPALシリーズの他のステーションに完全に移行できます。また、光学ヘッド、電気ヘッド、ビジョンシステム、ITキットもステーション間で移行できるため、ハードウェアのアップグレードの障壁が低くなります。

## PILOTオートメーション・ソフトウェア

PILOTは、PICの試験と測定の完全なフロー（(i)試験準備、(ii)ハイスループットでの完全自動化されたナビゲーション、アライメント、測定の実行、(iii)結果の解析とデータ管理）をオーケストレーションするソフトウェアプラットフォームです。

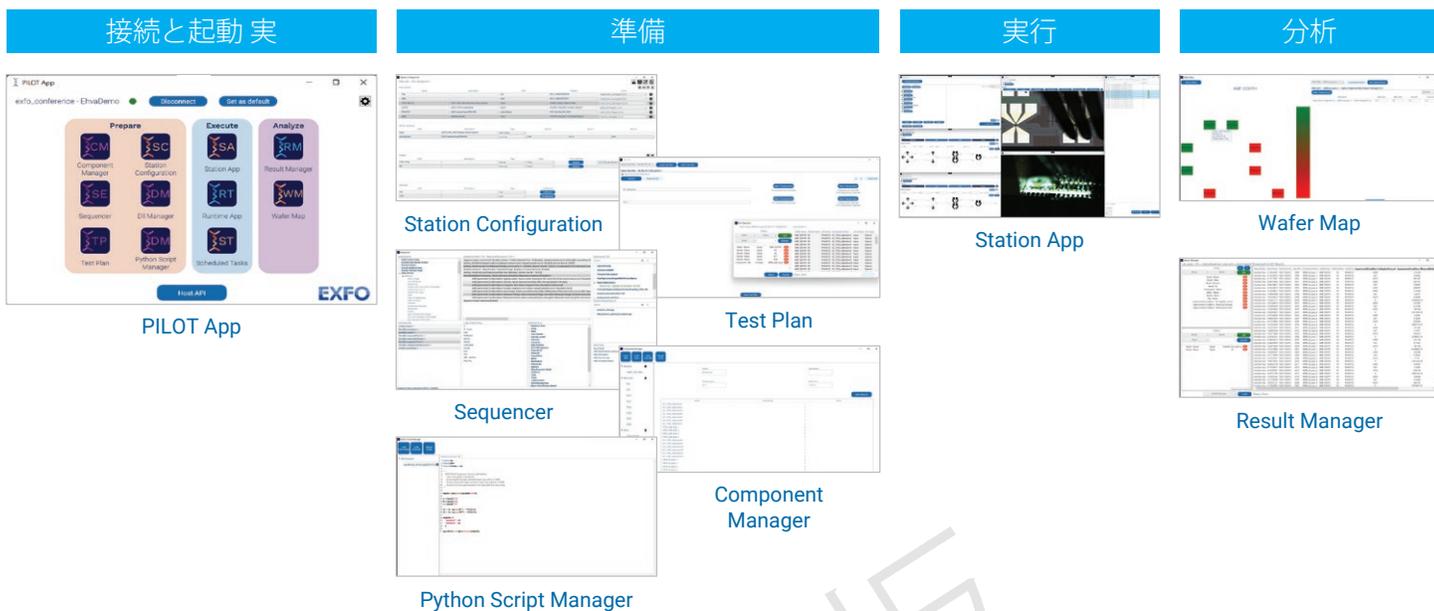


図 5. OPALテストステーションとPILOTソフトウェアは、強力な拡張性の高い機能でPICテストを自動化します、高度なデータ解析とAIのための共同データベースにリンクされた複数のアプリケーションを利用します。

## パワフルでスケーラブル

ソフトウェア・アーキテクチャから実装に至るまで、このソフトウェアは時間と量のスケーラビリティを考慮して設計されており、ベスト・プラクティスの導入を支援します。タスク（準備、データ解析、レポート）と測定（ナビゲーション、アライメント、装置制御）の自動化を合理化し、効果を高めます。複数のアプリケーションで構成され、それぞれが特定のタスクのために設計され、コンセプトと責任が分離されています。

## データベースの利点

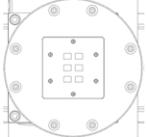
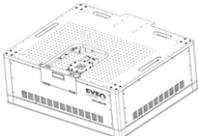
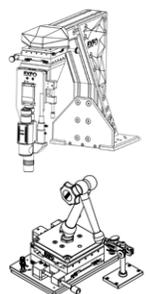
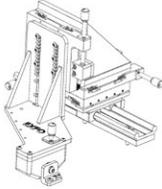
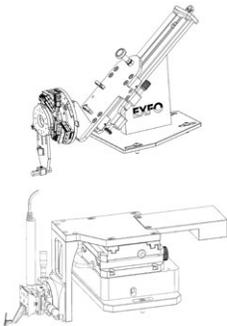
すべてのアプリケーションの基盤として、ソフトウェアはデータベース（クラウドベースまたはオンプレミス）にリンクされており、すべての要素（結果と実験条件、ステーション構成、テスト定義、コンポーネント定義、ドライバ、Pythonスクリプト）のデータリポジトリとして機能します。そのため、データの共有ワークスペースによるマルチユーザー、マルチサイトのコラボレーションが可能です。データベースはリレーショナルで、トレーサビリティがあり、大容量に拡張可能です。システムはネイティブに互換性があり、組み込みツールまたは相互運用性によって高度なデータ分析、人工知能、ビジネスインテリジェンスツールをサポートするように設計されています。



図6.PILOTアプリ:準備 - 実行 - 分析を1つのソフトウェアスイートで。

## OPAL-MDプラットフォームのコンポーネント

テストステーションは、OPAL-MDメインシステムとPILOTソフトウェアで構成され、オプションとしてサーマルチャックがあります。プロービングヘッド(光学式、電気式)の種類や台数は、要件に応じて追加する必要があります。

コンポーネント	説明	オプション名と説明	
OPAL-MDメインシステム	<b>チャック</b> 	アルミ表面、常温、真空マルチダイホルダー付きチャック。電気表面接続オプション。	TCH10~120 (°C)、4つの真空ゾーンを備えた加熱・冷却機能付き熱制御チャック。
	<b>ウェーハ位置決めベースステージ</b> 	モーター駆動による4軸マルチダイ位置決め。X軸、Y軸の移動範囲100mm。	
	<b>ビジョンシステム</b> 	インライン同軸照明と2.9 MPカラーカメラを使用し、XYZマニュアル調整で10倍の倍率を実現したトップクラスの高分解像度ビデオシステム。  XY手動の3倍テレセントリック倍率のマグネット式トグル式サイドビュー2.9MPカラーカメラ。	
	<b>追加コンポーネント</b> 	産業用ラックマウントPCとアクセサリ。27インチモニター2台すべてのドライブとケーブル。	<ul style="list-style-type: none"> <li>独立型ワークステーション</li> <li>トップ・エンクロージャー</li> </ul>
	<b>PILOTアプリ専用ライセンス</b> 	完全なテストと測定のためのソフトウェアスイート PIC のフロー試験ステーション、測定器、データの自動化と制御により、絶対的なトレーサビリティと信頼性を実現。ライフタイム専用ライセンス。	フローティングライセンスを追加すれば、どこからでも複数ユーザーによる共同作業が可能です。
プロービングヘッド <sup>a</sup>	<b>電気ヘッド<sup>b</sup></b> 	<b>PRE-00:</b> 4軸手動式電気式プローブポジショナー。ファインアライメントと長い移動範囲プローブ ほとんどのDCおよびRFプローブと互換性のあるホルダー。	<b>PRE-M0:</b> 電動式、25 mm レンジ、200 nm 分解能
	<b>光学ヘッド<sup>c</sup></b> 	<b>PRO-P60:</b> ピエゾベースの6軸モーター駆動ヘキサポッド(分解能1 nm)で、精密かつ高速に動作します。エッジカップリングおよび表面カップリング用。バーチャルピボットポイント機能搭載。研究開発に最適。手動ネジとレールコンセプトが付属し、係合/非係合のポジションを切り替えます。  <b>PRO-P40:</b> 4軸電動DCサーボアライナー(XYトラベル25 mm XYトラベル、10 nm分解能)。ピッチ(射出角度)はモーター駆動、ロールとヨーの角度調整は手動。表面およびエッジカップリング用。生産現場に最適。	その他の光学ヘッドオプションもご用意しております。

a. 光プローブ(ファイバーアレイ、ファイバー)および電気プローブ(DC、RF)はシステムに含まれていません。これらのコンポーネントが必要な場合は、EXFOの担当者にお問い合わせください。

b. ほとんどのDCおよびRFプローブと互換性のあるプローブホルダーが付属しています。

c. ほとんどのファイバーアレイまたはシングルファイバーに対応するプローブホルダー付き。

## ステーション構成を構築する

OPAL-MDプラットフォームは、カスタム構成を構築するための柔軟なテスト環境を提供し、必要に応じていつでも変更できるため、Design-For-Test (DfT) 要件を低減できます。光プローブと電気プローブは、テスト対象のウエハまたはダイの周囲に、東/西/北の任意の方向に、合計3個まで配置することができます。

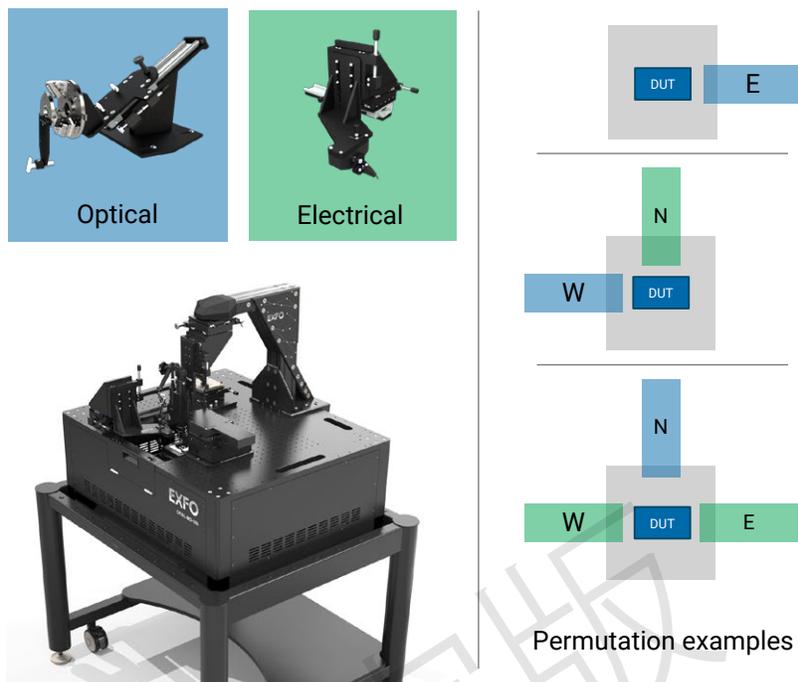


図7.OPAL-MDの光学式および電気式プロービングヘッドの再構成により、いつでも高速リターンが可能。

## 技術図面

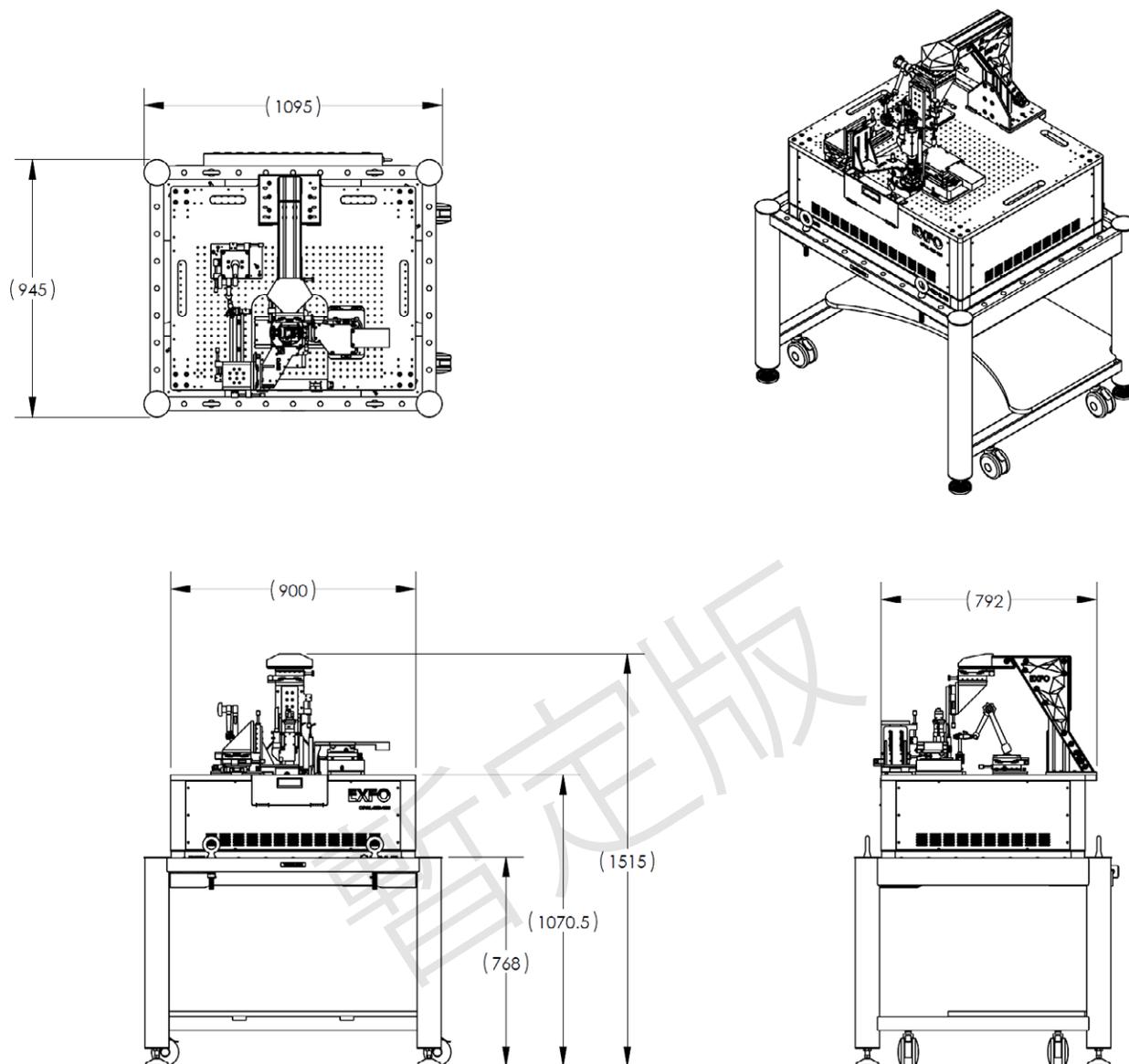


図 8.OPAL-MD-100 メインシステムの寸法図。

ここには、PRO-P40 光学ヘッド 1 台と PRE-00 手動電気ヘッド 1 台が搭載されています。  
 付属の産業用ラックマウントPCとITキット(モニター、キーボード、マウス)は写っていません。  
 TCHオプション) 付属のチラーおよびサーマルチャックコントローラーは写っていません。非最終。

## 仕様

チャックステージモーションシステム		OPAL-MD-100
メカニカル		
X、Y軸	移動範囲 (mm)	100
	分解能 ( $\mu\text{m}$ )	0.15
	精度、代表値 ( $\mu\text{m}$ )	1
	双方向繰返し精度、代表値 ( $\mu\text{m}$ )	1
	最大プロセス速度 (mm/s)	20
	モータータイプ	循環ボールベアリング、ステッピングモーター
Z軸	移動範囲 (mm)	4.8
	分解能 ( $\mu\text{m}$ )	0.06
	精度、代表値 ( $\mu\text{m}$ )	0.6
	双方向繰返し精度、代表値 ( $\mu\text{m}$ )	0.1
	最高速度 (mm/s)	5
	モータータイプ	リニアボールベアリング、DCモーター
Rz軸	移動範囲 (度)	15
	解像度	0.9秒角、0.00025°
	精度、代表値	36秒角、0.01
	双方向繰返し精度、代表値	9秒角、0.0025°
	最高速度 (度/秒)	20
	モータータイプ	クロスローラベアリング、ステッピングモーター
ソフトウェア		
PILOTソフトウェア対応	あり(ステーションアプリのGUIとシーケンサー)	
EXFOがサポートする.dIIIドライバ	Yes	

チャック		
オプション名	TA	TCH
サンプルエリア	60mm×60mm、正方形	100mm×100mm、正方形
範囲 <sup>a</sup>	アンビエント	-10 °C ~ 120 °C (14 °F ~ 248 °F)
解像度	-	0.01 °C (32 °F)
安定性	-	0.05 °C (32 °F)
加熱率	-	20 $\square$ /分 (68°F/分)
冷却速度	-	-10 °C/min (14 °F/min)
真空ゾーン <sup>b,c</sup>	1ゾーン、電子制御	4ゾーン真空グループ、電子制御
電気表面 <sup>d</sup>	グラウンド	
ソフトウェア		
PILOTソフトウェア対応	あり(ステーションアプリのGUIとシーケンサー)	
EXFOがサポートする.dIIIドライバ	Yes	

a. ご要望に応じてその他の温度範囲にも対応可能です。

b. ご要望に応じてカスタム真空パターンも承ります。

c. ご要望に応じて、汎用およびカスタム真空アダプタープレートもご利用いただけます。

d. ご要望に応じて、フローティング、3軸など、その他の表面電気オプションもご利用いただけます。

トップ・ビジョン・システム	
オプション名	VHD
メカニカルベースホルダー	
取付方法	90度および45度のメートルおよびインペリアル光学ブレードボードに対応
X、Y、Z軸移動範囲 (mm)	48
X、Y軸変位/回転(mm)	1.41
Z軸変位/回転(mm)	0.3175
ビジョンシステム	
倍率 (X)	10
開口数	0.28
被写界深度 (μm)	3.6
視野 (mm)	2.4
作動距離 (mm)	34
解像度 (MP)	2.9
最大フレームレート (fps)	144
センサーフォーマット (インチ)	2/3
センサータイプ	カラー、グローバルシャッター、12ビット
波長	可視
照明タイプ	インラインスルービデオ顕微鏡ユニット、LED照明器
ソフトウェア	
PILOTソフトウェア対応	あり(ステーションアプリのGUIとシーケンサー)
EXFOがサポートする.dllドライバ	Yes
利用可能なSDK言語	C、C++、.NETまたはPython API

サイドビジョンシステム	
メカニカルベースホルダー	
メカニカル・ポジショニング	多関節アームによる6D手動粗動調整、XY手動移動ステージ
取付方法	90°および45°のメートルおよびインペリアル光学ブレードボードに対応
X、Y軸移動範囲 (mm)	48
X、Y軸変位/回転(mm)	1.41
ビジョンシステム	
レンズタイプ	テレセントリック
倍率 a (X)	3
開口数	0.093
視野 (mm)	2.9 × 2.2
作業距離 b (mm)	65
波長範囲	可視
解像度 (MP)	2.9
最大フレームレート (fps)	144
センサーフォーマット (インチ)	2/3
センサータイプ	カラー、12ビット、グローバルシャッター
波長	可視
ソフトウェア	
PILOTソフトウェア対応	あり(ステーションアプリのGUIとシーケンサー)
EXFOがサポートする.dllドライバ	Yes
利用可能なSDK言語	C、C++、.NETまたはPython API

a. その他の倍率オプション (0.5倍、1倍、2倍、4倍、6倍、8倍) もご要望に応じてご用意いたします。

b. その他の作動距離 (40 mm、110 mm) もご要望に応じて対応可能です。

光学ヘッド <sup>a</sup>		
オプション名	PRO-P60	PRO-P40
モーター駆動軸	X、Y、Z、Rx、Ry、Rz	X、Y、Z、Ry (ピッチ)
手動軸	-	Rx (ヨー)、Rz (ロール) <sup>b</sup>
モータータイプ	ピエゾ、ヘキサポッド	X、Y、Z: DC サーボ Ry: ステッパー
X軸移動量 (mm)	20	25
Y軸移動量 (mm)	11	25
Z軸移動量 (mm)	20	4.8
X軸分解能 (nm)	1	10
Y軸分解能 (nm)	1	10
Z軸分解能 (nm)	1	60
X軸繰り返し精度 (nm)	一方向: 50	双方向、代表値: 50
Y軸繰り返し精度 (nm)	一方向: 50	双方向、代表値: 50
Z軸繰り返し精度 (nm)	一方向: 50	一方向性、代表値: 60 双方向性、代表値: 100
Rx軸トラベル (度)	23	10
Ry軸移動量 (度)	38	10
Rz軸移動量 (度)	26	10
Rx軸分解能	0.04 arcsec; 0.00001°	50.8 (TPI)
Ry軸分解能	0.04 arcsec; 0.00001°	0.72秒角; 0.0002°
Rz軸分解能	0.04 arcsec; 0.00001°	50.8 (TPI)
Rx軸繰り返し精度	単一指向性: 1.5秒角、0.0004度	-
Ry軸繰り返し精度	単一指向性: 1.5秒角、0.0004度	双方向、標準: 1.1秒角、0.0003° 一方向、標準: 0.8秒角、0.0002°
Rz軸繰り返し精度	単一指向性: 1.5秒角、0.0004度	-
ピボットポイント機能	Yes	いいえ
可能な方向	北/東/西	北/東/西
同梱物	係合/非係合位置、ファイバーアレイホルダー、シングルファイバーホルダーに切り替えるレールシステム	ファイバーアレイホルダーとシングルファイバーホルダー

光学ヘッド		
オプション名	PRE-00	PRE-MO
翻訳ステージの種類	マニュアル	モーター駆動X、Y、Z、手動プローブ角度
X、Y、Z軸移動範囲(mm)	48	25
X、Y、Z軸分解能 (nm)	-	200
X、Y、Z軸繰り返し精度 (μm)	-	1.25
X、Y、Z軸精度 (μm)	典型例: 2	2.5
X、Y、Z軸速度 (mm/s)	-	0.4
X、Y、Z軸変位/回転 (mm/rev)	0.3	-
チルト角 (度)	10	10
レールシステム Xトラベル (mm)	180	180
Z粗ステップ移動量 (mm)	最小: 6.35 最大: 57	最小: 6.35 最大: 56
可能な方向	北/東/西	北/東/西

a. ご要望に応じて、その他の光学ヘッドオプションもご利用いただけます。

b. ご要望に応じて、Rx軸(ヨー軸)およびRz軸(ロール軸)の電動化も可能です。

主な仕様	
サイズ(高さ×幅×奥行)	1500mm×1095mm×945mm (59インチ×43 1/8インチ×37 1/4インチ)
重量(kg) <sup>a</sup>	350kg (771.6ポンド)
動作環境 <sup>b</sup>	温度変化、振動、湿度、埃を避け、クリーンな環境でご使用ください。
ベース	ベースモーションシステムおよびチャックシステム用フロントドア付き密閉ベース。 パッシブ防振ベースフレームは付属していません。詳細はEXFOまでお問い合わせください。
電気または光学ヘッドの最大数	3
光ブレードボード	格子状のM6ネジ穴、穴間隔25mm、黒アルマイト処理により反射を低減
ワークステーション・コンピューター	4Uラックマウント型産業用、Intel i7 CPU、64 GB RAM DDR5、1 TB SSD、Nvidia RTX 4060 GPU、3 Ethernetポート (10 + 2.5 + 1 Gbit/s)、複数のUSBポート、追加のPCIeスロット、Windows 11 Pro、マウスとキーボード付属
モニター	2×27インチ
ケーブル、電源、ドライブ、コントローラ	すべて含む
ベースステーションの機器用追加通信ポート	イーサネット Cat 6 RJ54、USB-A 3.0

**注記:** 振動の少ない環境でシステムを使用してください。過度の床や音響の振動はシステムのパフォーマンスに悪影響を与える可能性があります。ステーションのベースにはパッシブ振動絶縁システムが含まれているため、OPAL-MD-100の動作に予想される振動レベルは、特にエッジカップリングアライメントの場合、最高のパフォーマンスを得るためにVC-A振動基準曲線と同等かそれ以下である必要があります。速度は50未満である必要があります。μm/s、8~80の周波数の1/3オクターブ帯域で測定した場合 Hz。このレベルでは振動は感知できません。それ以外の場合は、詳細についてはお問い合わせください。アクティブ振動減衰システム。

a. メインシステムの正確な質量は、選択された構成によって異なります。

b. システムは管理された環境で使用してください。環境の温度変化は性能を低下させます。

注文情報	
プローブステーション	OPAL-MD-100XX チャック・オプション ■ TA = 周囲温度 (温度制御なし) TCH = -10°C - 120°C 温度制御 (加熱および冷却) 例オパールMD-100-TCH
光プローブアーム	PRO-XX プローブアームグレード ■ P60 = 6電動軸、分解能1nm、エッジおよび表面カップリング用 P40 = 4電動軸、分解能10nm、エッジおよび表面カップリング用 例: PRO-P40
電気プローブアーム	PRE-XX プローブアームグレード ■ 00 = 手動翻訳ステージ MO = 電動XYZ、手動プローブ角度 例: PRE-MO

**注記:** EXFO は継続的に製品を改良しているため、納品されるステーションはこのドキュメント全体で使用されている CAD や画像に示されているものと若干異なる場合があります。

**EXFO本社** 電話: +1 418 683-0211 **フリーダイヤル:** +1 800 663-3936 (米国 & カナダからの通話)

EXFOは、100か国以上の国で、2,000社を超えるお客様に製品およびサービスを提供しています。最寄りの営業所は、[www.EXFO.com/contact](http://www.EXFO.com/contact) にアクセスしてご確認ください。

特許に関する最新情報は、[www.EXFO.com/patent](http://www.EXFO.com/patent) にアクセスしてご確認ください。EXFOは、ISO 9001認証を取得しており、本製品の品質を保証しています。EXFOは、本シートに含まれる情報が正確であることを徹底するため全力を尽くしていますが、不正確な情報や情報の不備に対する責任は一切負いません。また当社は、義務を負うことなくいつでも設計、特徴、製品を変更する権利を有します。本書で使用されている測定単位は、国際単位系 (SI) の規格と手順に適合しています。また、EXFO製の製品はすべて、欧州連合のWEEE (電気電子廃棄物) 指令に準拠しています。詳細は、[www.EXFO.com/recycle](http://www.EXFO.com/recycle) にアクセスしてご確認ください。価格や在庫に関するお問い合わせ、最寄りのEXFO販売代理店の電話番号が必要な場合は、EXFOまでお問い合わせください。

本仕様シートの最新版は、[www.EXFO.com/specs](http://www.EXFO.com/specs) で提供されています。

内容に相違がある場合、印刷版よりもウェブ版の内容が優先されます。