

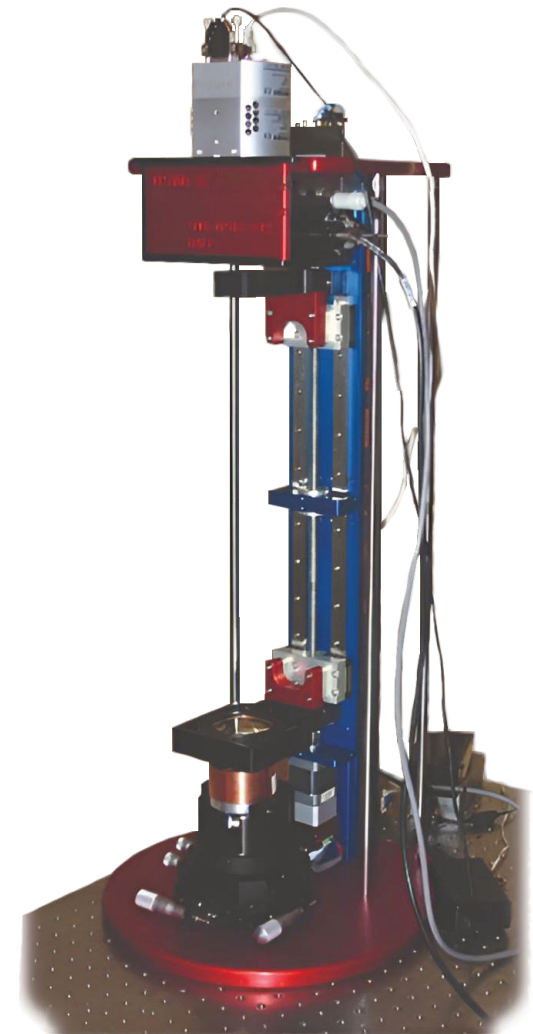
SPOTOPTICS

THE SOFTWARE PEOPLE FOR OPTICS

OPAL

自動化シャックハルトマンセンサー シングル&ダブルパス

- 標準レンズおよび非球面レンズの高精度測定
- 球面レンズおよびフラットミラーの高精度測定
- $\phi=0.3 \sim \phi=60 \text{ mm}$
- F/1~F/15
- Z移動用高精度モーター
- レンズのセンタリングを容易にする高精度XY
およびチルトステージ



技術仕様:ハードウェア

測定技術	シャックハルトマン波面センサー
制御ソフトウェア	SenSoft
測定機能 (シングルパス)	小型レンズと光学系の透過波面
測定機能 (ダブルパス)	反射面の測定
波長	フィルターを使用した白色光または任意の波長光
マウント	垂直方向
制御コンピュータ	ユーザーが用意した標準 PC。ご要望に応じて、SpotOptics が提供
ソフトウェア	制御・解析ソフトウェア Sensoft Windows 8/Windows 10用

2基の電動ステージ

モーター駆動軸	垂直 Z 軸
測定距離	磁気エンコーダーを内蔵したステッピングモーター
ステッパーモーター解像度	0.02 μ m(1mmピッチネジの場合)
ホームポジション再現性	0.8 μ m
測定範囲	300mm
測定距離不確かさ	8 μ m
速度	最大50mm/秒
制御ソフトウェア	分析ソフトウェアSensoftと統合

寸法 (L x H x D)

寸法	600x370x320mm
重量	約20kg

精度(すべて波長632.8nmにおける値)

ゼルニケ係数再現性	$\lambda/300$
測定不確かさ	$\lambda/20$

球面半球の測定

方法1

コリメーターとOMIシステムの収差を校正するには、高品質の積分球が必要です。実用的な理由から、F/#が0.68未満の基準球を用意することは不可能であり、ダブルパスでは1.36になります(球はその曲率半径で使用されるため)。これはNA=0.37に相当し、角度 $\alpha=21.7^\circ$ をカバーします。表1の1行目を参照ください。

方法2

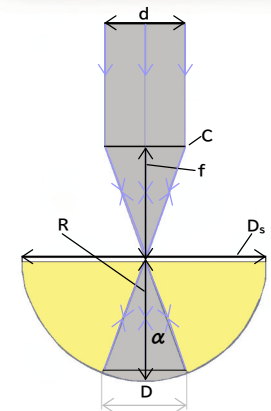
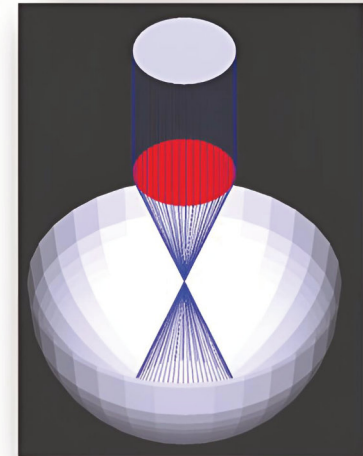
OPALは、装置に付属のピンホール光源を使用してシングルパスで校正することもできます。この場合、試験可能な角度 α の限界はコリメーターのNAによって設定されます(すなわち $\alpha=64.1^\circ$)。表1の2行目を参照ください。

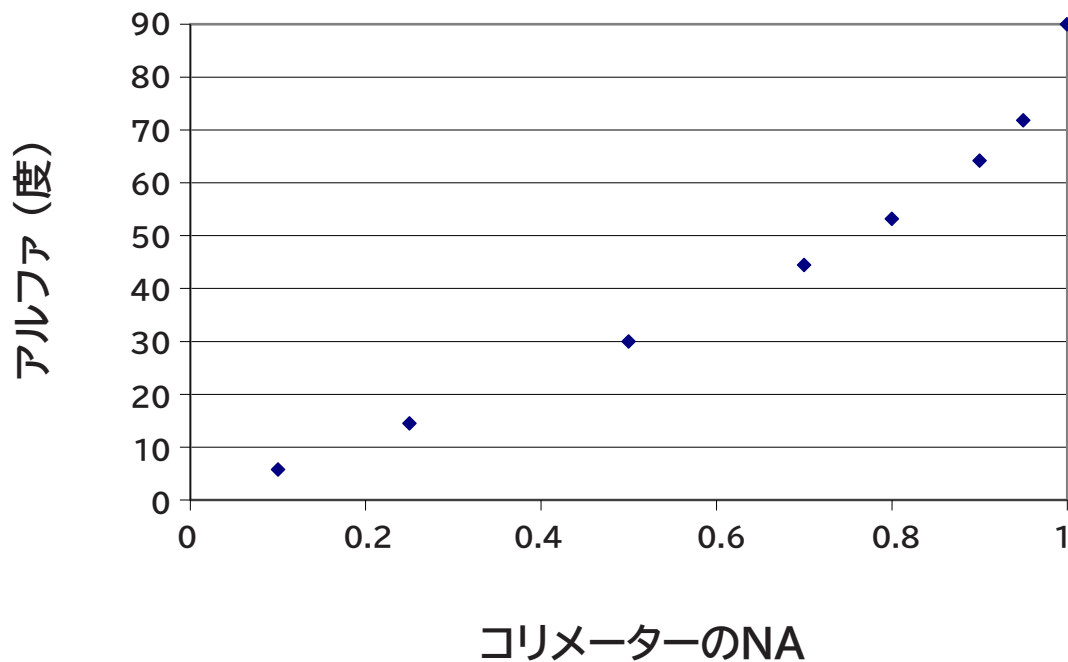
方法

1. 焦点距離 f のコリメーターレンズCに直径 D の平行光(OPALからの光)が入射します。
2. ピントが合い、直径 D_s 、半径 R の半球を照らします。
3. その後、直径 D の球の一部を照らします。
4. 光は反射して焦点に戻り、コリメーターを通過して再び平行になります。
その後、OPALのシャックハルトマンシステムに照射され、レンズレットアレイを通過した後、カメラに結像されます。
5. その後、Sensoftが表面誤差などを算出します。

いくつかの関係

1. 上図は $D/R=d/f=1/F\#=2NA$ を示します。
2. 角度 $\alpha=n \sin^{-1}(NA)$ はコリメーターによってカバーされ、ここで n (屈折率)=1(空気中)
3. 使用可能な様々なコリメータは以下の表1に示されています。





No.	NA	Collimator F/#	Angle α (degrees)	Focal distance (mm)	Measurement distance (mm)	Output beam diameter (mm)	Spot count
1	0.42	1.19	24.8	10	20	6.6	29x29
2	0.70	0.71	64.1	2	10	3.6	18x18

SENSOFT:ソフトウェア

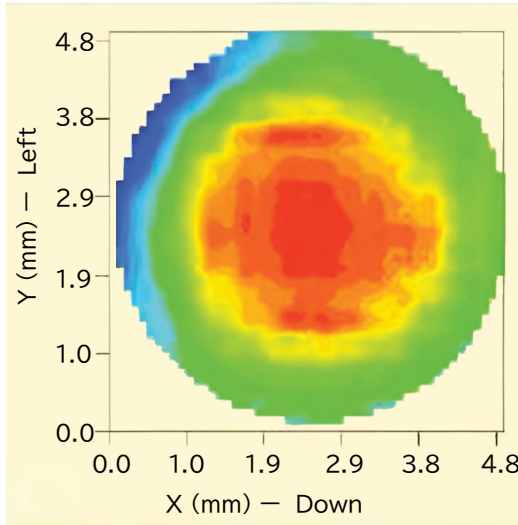
The screenshot displays the SENSOFTE software interface with the following components:

- Status Window:** Camera and Motor status indicators, Norm. Pupil (1.000), Exposure Time (6.9 msec), and Live/Auto buttons.
- TEST:** Test0001_05Oct - Copy.fit
- REFERENCE:** 20221005_2.fit
- Parameters:** Threshold (0.502), Ellipticity cutoff (0.7), Average (3), Combination factor (2).
- Motor Control:** Home, Move absolute, Move Up, Move Down, Current position, Remaining, and STOP ALL buttons.
- Analysis Windows:**
 - SH Image - None
 - 3D of Modal WF AQ [-Tilt, Def]
 - Contour of Modal WF AQ [-Tilt, Def]
- Navigation:** Zoom +, Copy, Print, Save, Load buttons for each analysis window.
- Bottom Panel:** Selection of analysis types (AQ, AQTD, PQ, RQ, Zonal WF, EE Profile, Spot Diagram, Zernike, Combined centroids, Modal WF, Residuals) and a data table.
- Right Panel:** Workspace with numbered buttons (1-9) and Remote Communication section.
- Output:** Log output is being displayed here.

	Zernike	Modal/Zonal	PV(nm)	Rms(nm)	Def (nm)	Tilt (nm,°)	Coma (nm,°)	SA3 (nm)	Ast (nm,°)	Strehl	Aper. (mm)	Date-Time	Image
1	Std.	M(AQTD)	19.372	2.742	0.7	39.1,-41.8	0.2,-64.8	0.0	2.1,-22.1	0.9990	2.883	2022-07-19-16:29:21	BE2_glass1_0deg_2

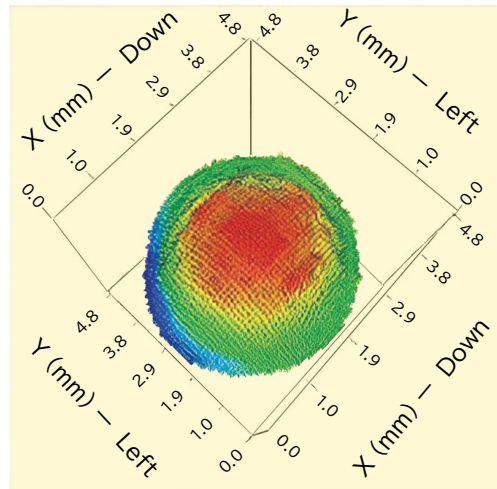
5

SENSOFT:ソフトウェア



SENSOFT:モジュール式ソフトウェアパッケージ

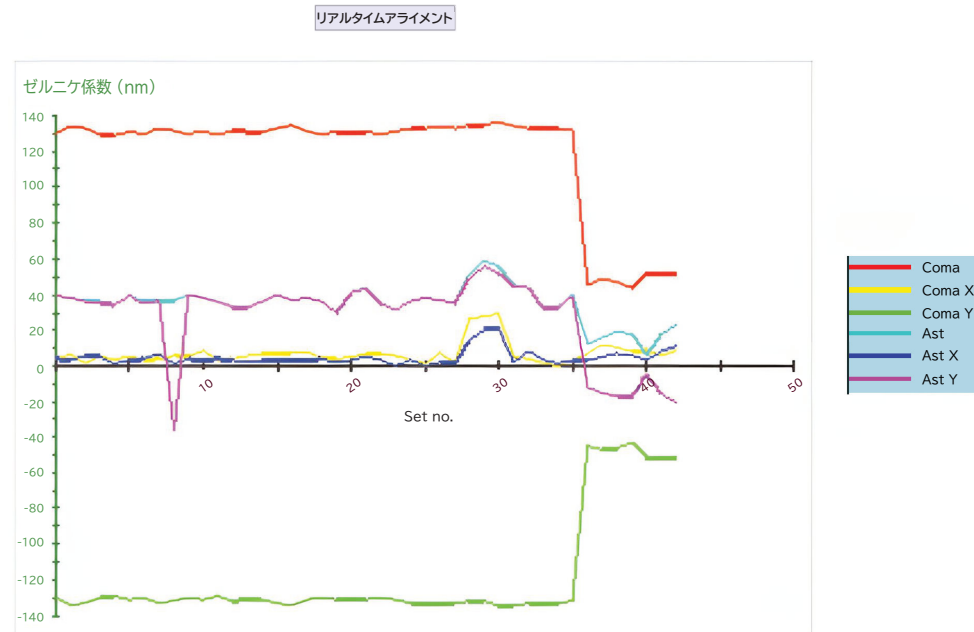
- OPALのハードウェアを完全に制御
- シャックハルトマン(SH)分析
- ゼルニケ診断(アライメントと最良焦点面)、波面、MTF、スポットダイアグラム計算
- 光学系のオンライン調整用ループモード



生産ラインへのOPAL:

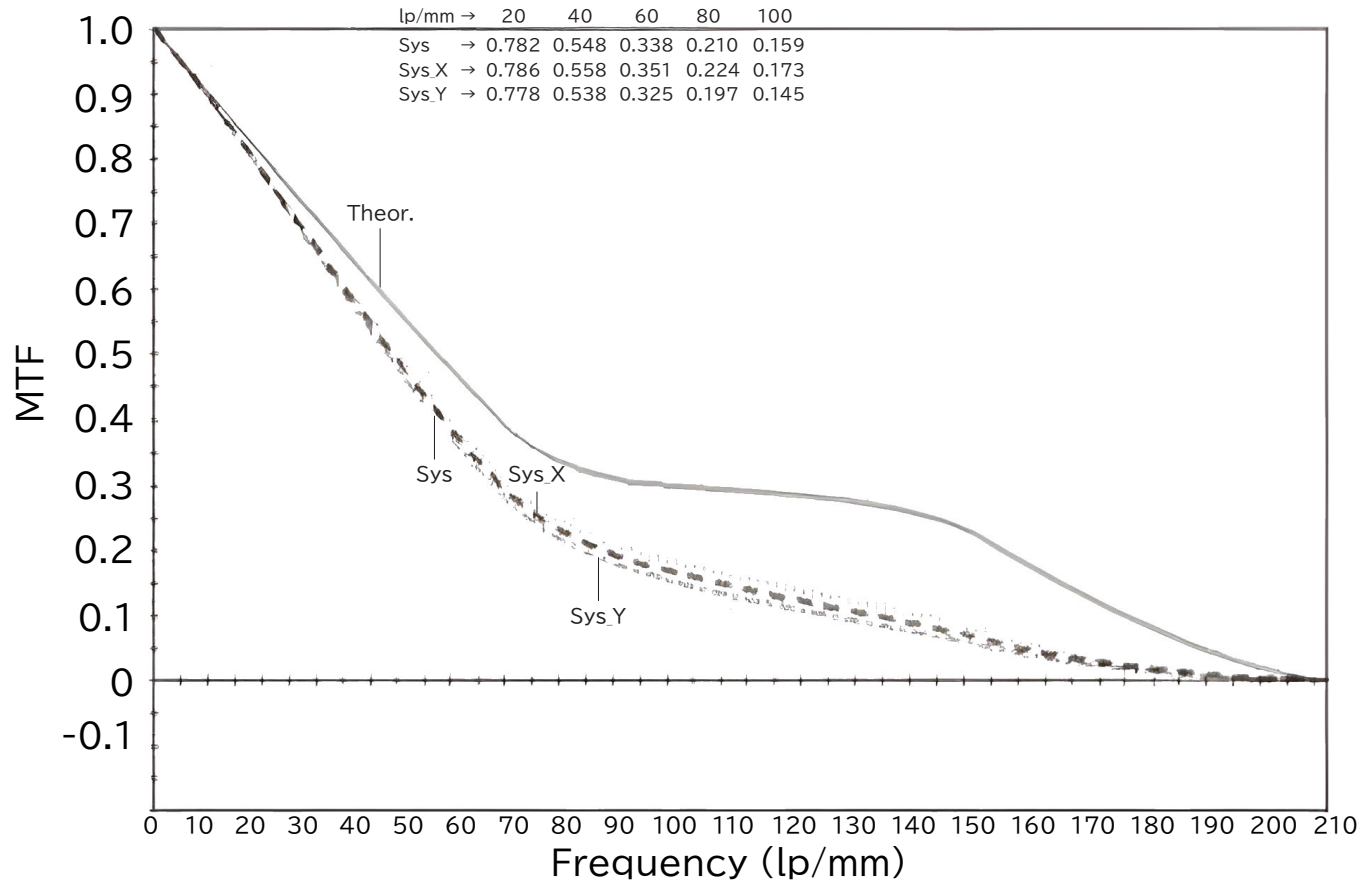
- 独自のPCを持つOPALは、生産ラインに簡単に適合させることができます。
- 製造マシンのPCとクローズドループで動作します。
- ソフトウェアモジュールが通信プロトコルを定義し、OPAL制御PCと製造PC間の結果を転送します。

複雑な光学系を高速ループでオンラインアライメント



- 連続ループでコマと非点収差を監視することにより、複雑な光学系のアライメントが容易になります。
- コマおよび非点収差の個々の(x, y)成分および合計係数が表示されます。
- 最適化は、ソフトウェアが関心のある1つの成分を表示できるため、一度に1つの成分に対して行うことができます。
- コマ成分と非点収差成分が所定の公差に収束すると、最適なアライメントに到達します。

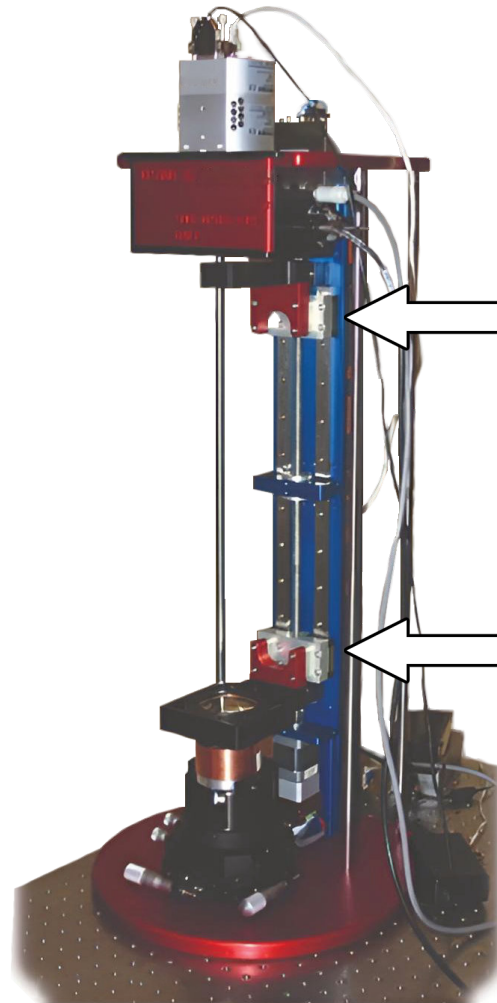
MTF測定



データに存在する傾きと焦点ぼけの影響を差し引いた後のMTF

ビームエキスパンダーを搭載した装置

ラージフォーマットCCDカメラ。他のカメラも利用可能



小型ビームエキスパンダーNo. 1
(電動式)

ビームエキスパンダーレンズNo. 2
(電動式)。
 $\Phi=58\text{mm}$ まで

- シャックハルトマン波面センサー、生産ラインや研究室で使用可能
- 振動に鈍感
- モジュール設計により、様々な表面での測定が可能（平面および球面部品）
- ダブルパスでもシングルパスでも使用できる柔軟性
- 平行光またはピンホールを用いた透過レンズのテストが可能
- 絶対曲率半径、相対曲率半径、焦点距離の測定が可能
- 自動測定
- ステッピングモーターに高分解能エンコーダーを内蔵
- レンズマウントがOMIの軸と平行であることを確認するための内蔵オートコリメーター