

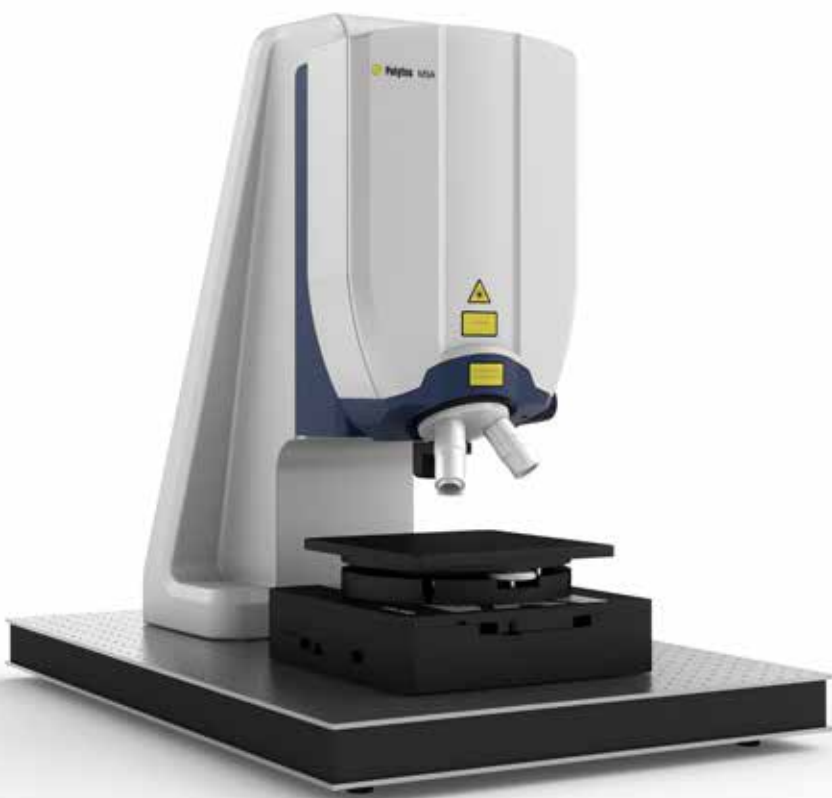
## MSA-600 マイクロシステムアナライザ

MEMSデバイスの開発と動作テストの鍵となるのは、FEモデルの検証、クロストークの影響の評価、表面形状の測定です。つまり、動的応答と静的特性の可視化が不可欠です。

MSA-600 マイクロシステムアナライザに搭載されている高性能レーザドップラ振動計は、サブpmの変位分解能で高速かつリアルタイムの応答測定を実現します。またストロボスコープ ビデオマイクロスコープは、面内運動の簡単な特性評価とライブアニメーションを可

能にします。さらに、白色光干渉計オプションは、数百万の3D表面データを数秒で提供します。すべての測定は、直感的なユーザインタフェースによって簡単に操作できます。

つまり、MSA-600 マイクロシステムアナライザは、面内および面外振動と表面形状を測定できるオールインワンの光学測定ワークステーションであり、MEMS R&D および QC における強力な光学測定ソリューションです。



### 特長

- オールインワン光学測定ワークステーション
- リアルタイム測定（後処理不要）
- サブピコメートル変位分解能
- 振動形状のすばやい測定と可視化
- 直観的かつ直感的な操作
- MEMSプローブステーションとの統合が容易

# MSA-600 マイクロシステムアナライザ

## オールインワンでMEMSの振動と形状を測定

### Preliminary datasheet



# テクニカル データ



## MSA-600 システム構成

<b>基本構成</b>	最大 2.5 MHz の面外振動測定
<b>オプション</b>	
測定周波数帯域の拡張	最大 25 MHz の面外振動測定
差分測定	面外振動の差分測定
平面運動解析	面内振動測定
表面形状	表面形状測定

## 技術的仕様

### 面外振動測定

測定原理	レーザドップラ振動計	
バージョン	MSA-600-M (標準)	MSA-600-V (測定周波数帯域拡張オプション)
最大測定周波数	2.5 MHz	25 MHz
測定レンジ数	速度測定レンジ 13	速度測定レンジ 13
最大測定速度	0.001 m/s … 10 m/s, 測定レンジに依存	0.001 m/s … 10 m/s, 測定レンジに依存
速度分解能 (平均値) <sup>1</sup>	0.005 (μm/s) /√Hz … 1 (μm/s) /√Hz, 測定レンジと周波数に依存	0.005 (μm/s) /√Hz … 2 (μm/s) /√Hz, 測定レンジと周波数に依存
変位分解能	50 fm/√Hz	50 fm/√Hz

### 面内振動測定

測定原理	ストロボスコープビデオ顕微鏡
バージョン	MSA-600 (平面運動解析オプションが必要)
測定周波数帯域	1 Hz … 2.5 MHz
最大測定速度	> 0.1 m/s … 10 m/s (倍率に依存)
対物レンズ倍率 <sup>2</sup>	1x … 100x
変位振幅分解能 <sup>3</sup>	5 nm
時間分解能	100 ns (ストロボ露出時間) ; ストロボジッター (発光ふらつき) 時間 最大±40 ns
出力	変位データ、ボード線図、ステップ応答プロット、減衰プロット、軌道プロット

<sup>1</sup> 平均化は、それぞれの測定レンジの最大測定周波数  $f_{max}$  で計算

<sup>2</sup> 各倍率の対物レンズに対する仕様は4ページの表を参照

<sup>3</sup> 除振台上で周波数あたり512ショットの周波数ノイズフロア

技術的仕様		
表面形状測定		
バージョン	MSA-600 (表面形状オプションが必要)	
垂直方向測定レンジ	250 $\mu\text{m}$	
公称サンプリング増分	80 nm	
評価方法 <sup>4</sup>	Smooth surface	Rough surface
分解能 (RMS) <sup>5</sup>	45 $\mu\text{m}$	1.2 nm
単一測定の分解能 (RMS)	300 $\mu\text{m}$	14 nm
再現性 <sup>6</sup>	500 $\mu\text{m}$	20 nm
平均平面偏差 <sup>7</sup>	< 5 nm	< 50 nm
トレーサブルな校正済み標準片での測定性能 (PTB Type A1 (ISO 5436-1))		
再現性 <sup>8</sup>	0.07 %	
拡張不確かさ <sup>9</sup>	0.35 %	

<sup>4</sup> "Smooth surface": 相関曲線の位相による評価 "Rough surface": 相関曲線の包絡線による評価

<sup>5</sup> 振動が抑制され、温度が管理された環境において、銀がコーティングされ平行にアライメントされた平面ミラーを 50回測定したときの平均値における信号振幅の二乗平均平方根(RMS)。単一測定値は、単一の測定値に対応

<sup>6</sup> わずかに傾けた平行板 ( $\lambda/20$ ) を100回連続して測定して得られた平面度の標準偏差

<sup>7</sup> 平坦度の平均値 (ISO 1101に準拠) (注釈 6 を参照)

<sup>8</sup> 公称値50 $\mu\text{m}$ の校正された段差高さ参照し、30回高さ測定したRMS偏差。

<sup>9</sup> 合成標準不確かさの 3倍に、一定条件下で 30回繰り返して測定したときにおける公称値の偏差を加えたもの。合成標準不確かさとは、正規分布における不確かさの平方平均および測定値の標準偏差。

光学的仕様	
MSA-I-600 Sensor Head	
レーザ波長	532 nm
レーザクラス	クラス 3R、可視 (出力 < 5 mW )
光源波長	470 nm
光源安全クラス	クラス 2 LED、可視 (出力 < 20 mW)
カメラ	全視野でスキャン可能なカメラ
カメラの解像度	1732 x 1200 ピクセル
カメラのフレームレート	最大 56 fps



明視野対物レンズ	倍率	作動距離 (WD) mm	スポット径 (1/e <sup>2</sup> ) μm	測定視野 mm x mm
A-MOB-001X	1	13	46	10.0 x 7.0
A-MOB-002X	2	34	23	5.1 x 3.5
A-MOB-005X	5	34	9.3	2.0 x 1.4
A-MOB-010X	10	33.5	4.6	1.0 x 0.7
A-MOB-010B-LD	10	48.9	4.6	1.0 x 0.7
A-MOB-020X	20	20	2.3	0.51 x 0.35
A-MOB-050X	50	13	1.4	0.20 x 0.14
A-MOB-100X	100	6	0.8	0.10 x 0.07

干渉計対物レンズ	倍率	作動距離 (WD) mm	タイプ	測定視野 mm x mm
A-IOB-02X5-B	2.5	10.3	マイケルソン	4.0 x 2.8
A-IOB-005X-B	5	9.3		2.0 x 1.4
A-IOB-010X-B	10	7.4		1.0 x 0.7
A-IOB-020X-B	20	4.7	ミラウ	0.51 x 0.35
A-IOB-050X-B	50	3.4		0.20 x 0.14
A-IOB-100X-B	100	2		0.10 x 0.07

#### 一般的な仕様

構成	MSA-I-600 センサヘッド	MSA-F-600 フロントエンド	MSA-W-600 データ マネージメント システム	MSA-E-600 コントローラ
電源電圧	MSA-F-600 フロント エンドから供給	100 ... 240 VAC ± 10%, 50/60 Hz max. 100 VA	100... 240 VAC ± 10%, 50/60 Hz max. 525 VA	100... 240 VAC ± 10%, 50/60 Hz max. 450 VA
外形寸法 [W x L x H]	7ページ参照	485 x 150 x 380 mm (19", 84 TE/3 HE)	485 x 190 x 550 mm (19", 84 TE/4 HE)	499 x 177 x 373 mm (19", 98 TE/4 HE)
重量	12.6 kg	9.0 kg	18.0 kg	12.0 kg
動作温度	18 ... 30 °C (64.4 ... 86 °F)	+5...+40 °C (41...104 °F)		
保管温度	-10 ... + 65 °C (14 ... 149 °F)	-10 ... + 65 °C (14 ... 149 °F)		
相対湿度	最大 80%, 結露なきこと			

#### 適合する標準規格

電気的安全規格	IEC/EN 61010-1
EMC	IEC/EN 61326-1 Emission: Limit Class A, IEC/EN 61000-3-2 and 61000-3-3 Immunity: IEC/EN 61000-4-2 to 61000-4-6 and IEC/EN 61000-4-11
レーザ安全規格	IEC/EN 60825-1 (CFR 1040.10, CFR 1040.11)
拡張不確かさ	SEMI MS4-0416 と MS2-113

#### オプションとアクセサリ

別紙「除振台ベース製品のアクセサリ」をご参照ください

# ソフトウェア機能一覧



<b>面外振動測定</b>	
<b>データ収集</b>	
画像表示	ライブビデオ画像（白黒、全視野表示、デジタルズーム可） ：測定ポイントの作成とレーザ照射位置の確認を容易にします
レーザ照射位置	レーザは、マウスをクリックまたはドラッグすることにより、ライブビデオ画像上でカーソルと共に移動します
測定ポイントの定義	任意の形状のオブジェクトに対し最大512 x 512ポイントをマウスを使用してライブビデオ画像上にグラフィカルに定義できます ・APS Professional（標準）：線や四角形、六角形、円形などの図形を使った測定メッシュの作成（表面要素は測定ポイント間を繋ぐことで自動生成）、単一の測定点の作成または移動/削除などの編集 ・GeoPro（オプション）：測定点の自動間引きや自動補間による最適化が可能
ジオメトリ インポート	ユニバーサルファイルフォーマット（UFF）や ME'scope フォーマットによるジオメトリ情報のインポート
オートフォーカス（オプション）	レーザの焦点合わせを自動で実施 ：指定したレーザ照射位置での焦点合わせ および スキャンング測定中、全測定ポイントに対してそれぞれ最適な焦点となるよう自動で調整します <sup>1</sup>
サンプルの位置調整	X-Y ポジショニング ステージ（オプション） ：マウスによるインタラクティブな操作、および数値による位置指定が可能です。異なる位置で個別に測定することが可能、また、各測定データは後処理での合成が可能です
測定条件の設定	測定レンジやトラッキングフィルタなど、振動計パラメータはソフトウェアですべて制御されます
ディスプレイ	実際のレーザ照射位置やスキャンポイントを含むスキャン領域全体をライブビデオ表示できます。さらに、複数のアナライザウィンドウ（時間または周波数軸）も同時に表示でき、物理量（速度、変位、加速度）や伝達関数、位相の情報も切り替えて表示できます
加振信号	サイン波、チャープ、ホワイトノイズ、ランダム信号、掃引、ユーザ定義の任意信号などさまざまな波形が利用できます
測定	すべての測定ポイントのすべてのチャンネルに対してデータを取得します
FastScan	単一周波数における高速スキャンング&データ収集機能（最大50ポイント/秒）。帯域幅は自由に定義でき、平均化処理もできます
時間軸データ（オプション）	時間領域取得、時間領域平均化、時間領域アニメーションを可能にします
Gate input	間欠スキャン制御用のゲート入力
測定ポイントの有効性チェック	Signal Enhancement（SE）モードでスキャンされたすべての測定ポイントでのデータ品質チェック ：MSA-600は、各スペクトルのデータの品質をチェックします。平均化されたスペクトルは、S/N比が最も良いスペクトルの比重が大きくなるように重み付けされます。測定ポイントには最適（SEのみ）、有効、またはA/D過負荷のラベルが付けられます
トリガ	自動 または 手動でしきい値、立ち上がり、立ち下がり値を設定します。トリガ用信号は外部信号 または 任意の測定信号を使用できます
平均化処理	周波数軸、時間軸、ピークホールド測定において、複素数 または 振幅値の平均化処理ができます
FFT ライン	標準 6,400、オプションで 12,800 または 819,200 に拡張可能

<sup>1</sup> 自動Zステージを備えたテストスタンドが必要

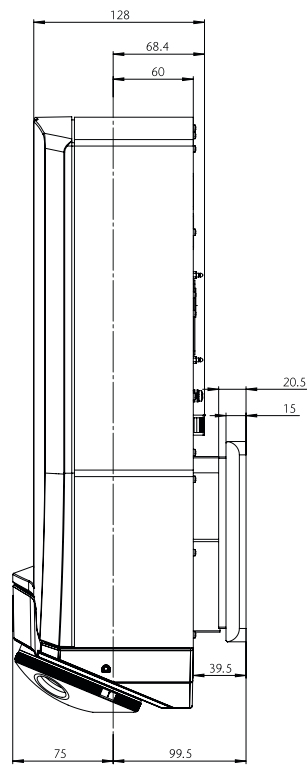
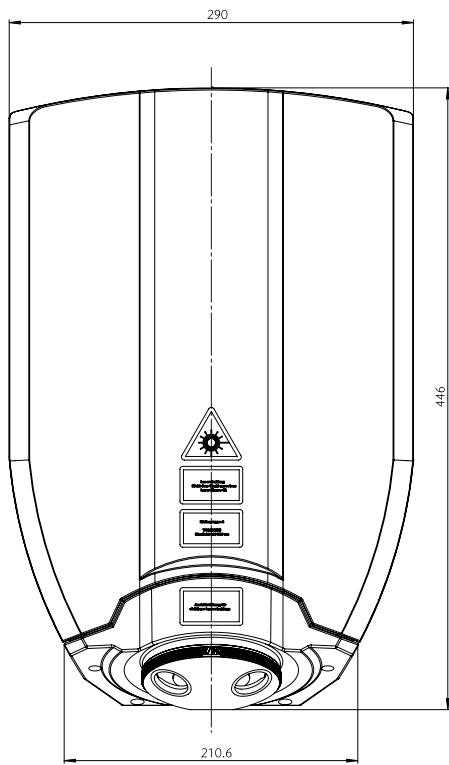


窓関数	Rectangular, Hamming, Hanning, Flat top, Blackman Harris, Bartlett, Exponential の窓関数が使用できます
<b>データ処理と分析</b>	
データ編成	ツリー形式のプロジェクトブラウザから素早く各種データにアクセスすることが可能です
ディスプレイ	ビデオ画像に重ねたカラーコンター図、3Dレリーフマップ表示、アニメーション表示が可能です。それぞれ、色の指定、グリッド線の有無等の設定が可能です。また、全ての測定点の平均化スペクトルや各測定点単一のスペクトル、ボード線図、ナイキスト線図、ラインプロファイルの表示も可能です。データ表示の物理量は速度、加速度、変位の選択が可能、軸は対数表示/線形表示の選択が可能です
データ出力ファイル形式	ASCII、ユニバーサルファイルフォーマット (UFF)、ME'scope、PolyWaveバイナリデータインタフェース (オプション) 形式に対応。UFF および ME'scopeのデータは、ユーザー定義のデータセットとしてインポート、分析、処理し、測定データと組み合わせることができます
画像出力ファイル形式	AVI (アニメーション)、JPEG、BMP、TIFF、PNG、GIF
測定データの物理量や関数	振幅、振幅dB (A)、位相、実数、虚数、周波数応答関数 (FRF)、H1、H2、オートパワー、クロスパワー、コヒーレンス、周波数全体の平均RMS、1/3オクターブ分析、ESD、PSD
Polytec Signal Processor	Polytec Signal Processor は、PSV ソフトウェアに含まれているユーザインタフェースで、使いやすいスプレッドシート形式の測定データ演算機能です
自動処理	ソフトウェアは完全に自動化できます

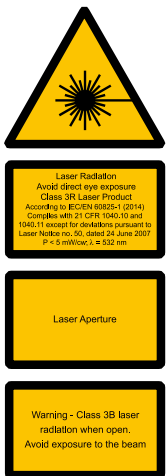
<b>面内振動測定</b>	
<b>データ収集</b>	
測定原理	データ収集モードでは、独自の測定アルゴリズムを使用してビデオシーケンスがサンプリングされ、分析されます
ストロボ照明制御	ストロボパルスの制御 (間隔、パルス長)
データ収集	ストロボスコープビデオ画像の取得と測定物の動きのライブビュー
加振信号	シグナルジェネレータを内蔵。最大2.5 MHz のサイン波 および パルス信号 または ユーザー定義の任意信号が利用できます
<b>データ処理と分析</b>	
原理	モーション分析はインタラクティブに実行されます。モーションデータは画像の相関に基づいており、X、Y 変位値として表示されます。サブピクセル解像度により、ナノメートルの分解能での面内振動の測定が可能です
データ編成	ツリー形式のプロジェクトブラウザから素早く各種データにアクセスすることが可能です
ライブビデオ画像	ライブビデオモードは、スローモーション再生することにより、測定物の動きを視覚的に分かりやすくしています
ディスプレイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 各周波数の変位と変位差、周波数スペクトル、ステップ応答、減衰 (リングダウン)</li> <li>■ XおよびY方向振動のボード線図</li> <li>■ グラフはカーソルで値を読み取ったり、拡大や回転ができます。さらにグラフごとに線やマーカのスタイルを選択できます</li> </ul>
データ出力ファイル形式	グラフは画像またはASCIIファイルとして出力でき、アニメーションはAVIファイルとして保存できます



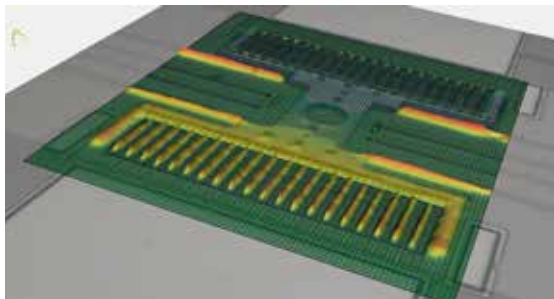
<b>表面形状測定</b>	
<b>データ収集</b>	
測定原理	測定物に対して干渉対物レンズをZ軸方向に段階的に移動させることにより、測定物表面に生じた干渉パターンをビデオカメラでキャプチャし、高解像度の表面形状のX-Y-Zマッピングを生成します
測定モード	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 短コヒーレント測定</li><li>■ コントラスト範囲を拡大する優れた表面走査技術</li></ul>
<b>データ処理と分析</b>	
データ編成	ツリー形式のプロジェクトブラウザから素早く各種データにアクセスすることが可能
後処理	エンベロープまたは位相評価
データ評価	線形補正、多項式フィット、減算、平均化（中央値、データ欠落、ハイパス、ローパスフィルタなど）、マスク機能
データ表示	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 表面：測定物の画像上に2D/3D または 等高線で表示</li><li>■ 断面：断面図、コレログラム、粗さ/うねりパラメータ、グラフ/図、角度、高さ、半径などの幾何学的データ</li></ul>
データ出力ファイル形式	グラフは、さまざまな一般的な画像グラフィック形式で出力できます 測定データはASCIIファイルとして出力できます
自動処理	ソフトウェアは完全に自動化できます



寸法はすべて mm で表記

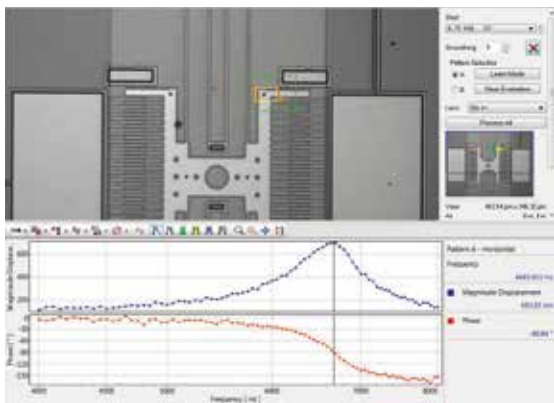


## MEMS コムドライブ 静電アクチュエータの包括的な測定



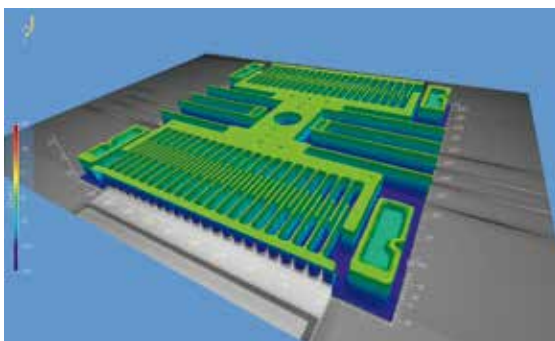
### 面外振動測定

面内振動主体の振動の中から、微小に存在する面外振動を識別し、その共振周波数とモードを確認



### 面内振動測定

アニメーションで振動を見える化  
さらにボード線図により振動量を数値化



### 表面形状測定

高解像度の表面形状測定により、デバイスレベルの表面情報の詳細を測定  
さらに、ウエハレベルの測定も可能

## Shaping the future since 1967

High tech for research and industry.  
Pioneers. Innovators. Perfectionists.

ポリテックジャパン株式会社

〒222-0033

神奈川県横浜市港北区新横浜3-1-9

アリーナタワー13F

TEL. 045-478-6980

info.jp@polytec.com

[www.polytec.com](http://www.polytec.com)

