

POINT AUTOFOCUS PROBE SURFACE TEXTURE MEASURING INSTRUMENT

ポイントオートフォーカス式

(ISO 25178-605)

非接触 表面性状測定装置 PF-60

より速く
より簡単に
より高精度に



Mitaka



仕様は改善のため予告なく変更することがあります。

販売代理店

M 三鷹光器株式会社

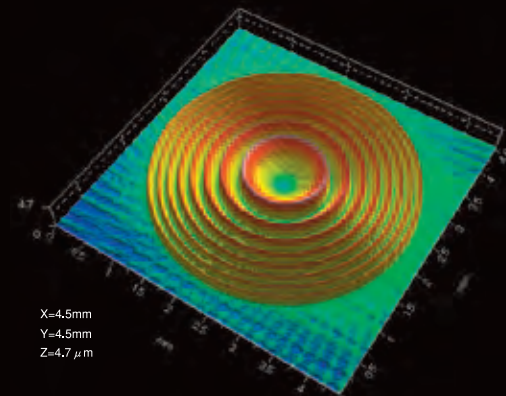
〒181-0014 東京都三鷹市野崎 1-18-8
TEL 0422-49-1491 FAX 0422-49-1117
<http://www.mitakakohki.co.jp>
E-mail: sales@mitakakohki.co.jp

Mitaka

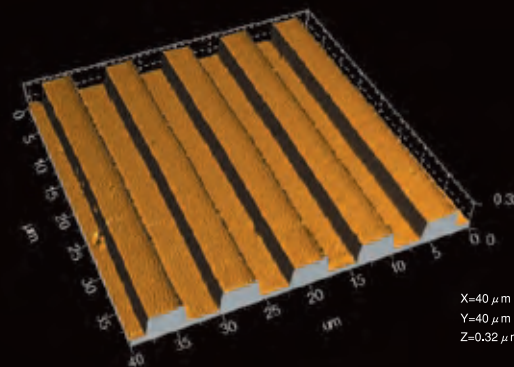
広範囲をより速く

広範囲 / 高精度測定

半径 $R0.5\mu\text{m}$ のレーザプローブと高精度XYステージにより数十mmオーダーの範囲をサブ μm レベルの測定精度でダイレクトに測定します。(測定範囲: $XYZ=60\times60\times10\text{mm}$ 、分解能: $XY=0.1\mu\text{m}$, $Z=0.01\mu\text{m}$)



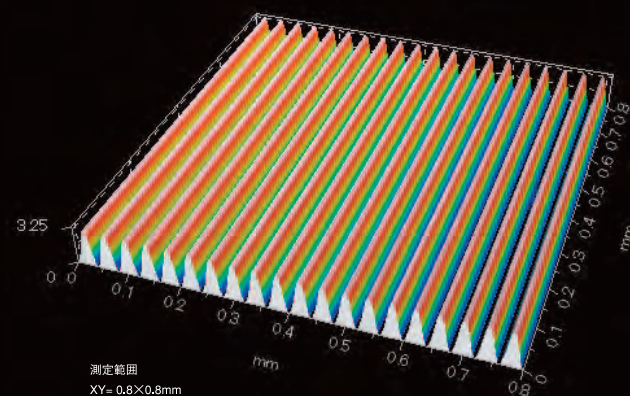
フレネルレンズ



回折格子

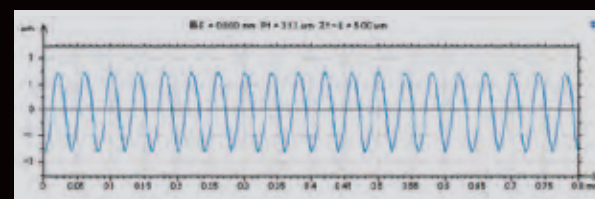
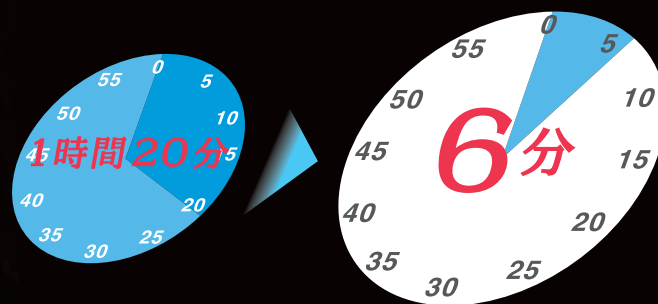
高速三次元測定 1時間20分(従来) ➡ 6分/128000点

高速スキャンAF機能により、広範囲/高速測定を実現しました。



間隔用標準片

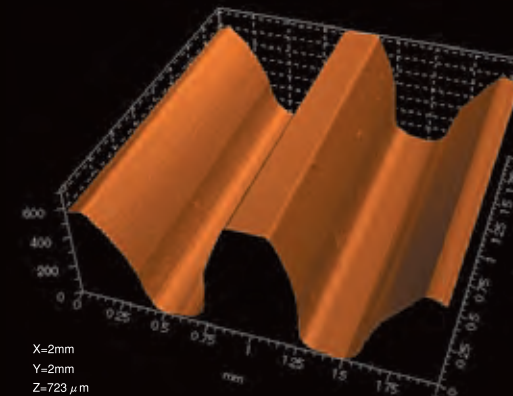
NIST Calibration certificate of SRM2074 間隔用標準片 2074



より高精度に より簡単に

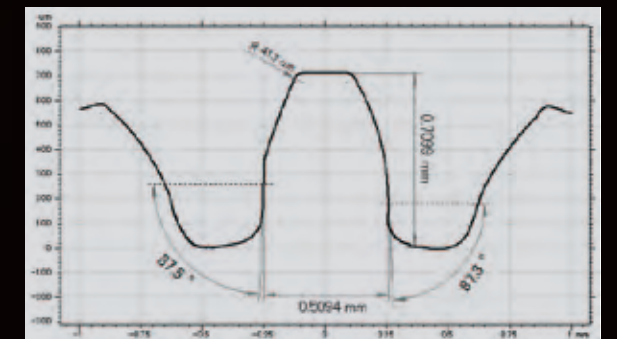
優れた角度追従性

高感度AFセンサが表面からの僅かな反射光を捕捉。急斜面や段差のダイレクト精密測定を可能にしました。



小径ギヤ(モジュール 0.3)

最大傾斜角 87度



見て測る！ 簡単操作で高精度測定

観察用の低倍レンズと測定用の高倍レンズの切替がスライドのワンタッチ操作で容易に可能です。

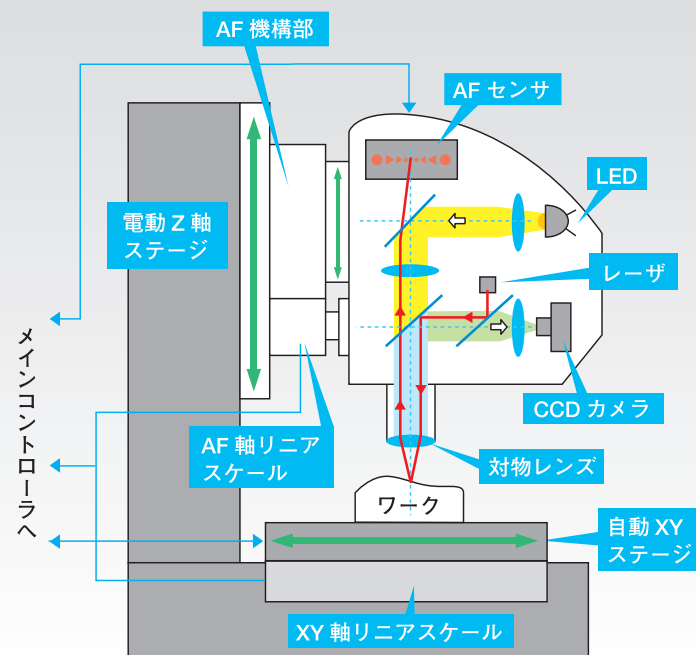


測定画面でワークをモニタしながら測定します。



ISO が認めた測定方式

2008 年に本測定法を ISO 規格の“面領域の表面性状の分類 (ISO 25178-6)”に非接触測定法として提案し
“PointAutofocusProfiling”と命名され、2014 年 2 月に ISO 25178-605 : PointAutofocusProbe として公布されました。



測定原理

測定概要

PF-60 は Z 軸の高さ測定用のオートフォーカス (AF) 顕微鏡とスキャニング用高精度 XY ステージにより構成されます。AF 顕微鏡により高さ方向の位置を測定し、XY ステージ上のワークを移動させることで XYZ の座標値を取り込み、形状測定を行います。

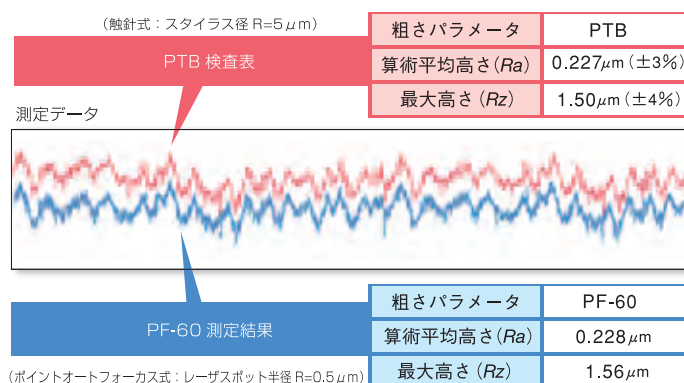
スキャニングXYステージ

高精度 XY ステージを駆動させて座標軸を読み込む方式であるため、可動範囲内 (60mm×60mm) で連続して測定が可能です。視野範囲などの測定制限が無いため測定データをつなぎ合わせる必要が無く、広範囲の高精度測定が可能です。

粗さ測定にて国際基準との高い相関性

ポイントオートフォーカス式は触針式の粗さ標準片と高い相関性を持ち、信頼性の高いデータを取得できます。

- 粗さ標準片: TypeD1 (ISO 5436-1)
- 校正機関: PTB (ドイツ)
- 測定法: 触針式
- スタイラス径: 5 μm
- 評価長さ (ln): 4mm
- カットオフ値 (λc): 0.8mm

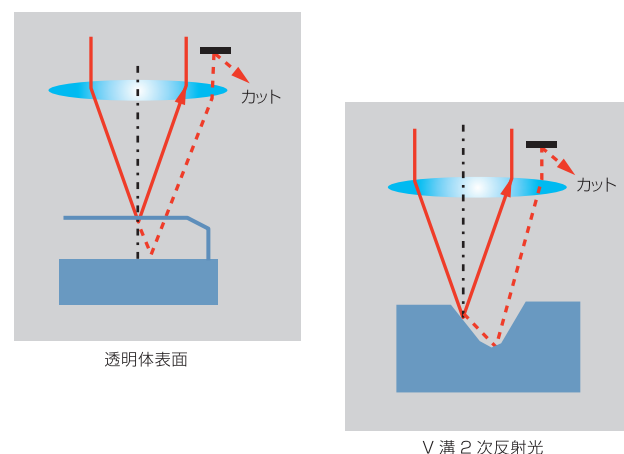


ポイントオートフォーカス式

高さ測定用の AF 顕微鏡に組み込まれたレーザ光は上図の赤いラインのような光路で対物レンズを通り、半径 0.5 μm のレーザプロブとして測定ワーク表面に結像します。ワーク表面のレーザプロブ反射光は再び対物レンズを通り、AF センサ上に結像しますが、レーザプロブがフォーカス位置から移動すると AF センサ上のスポットの位置も変化します。AF センサはスポットの位置変位をリアルタイムで検出し、常にセンサ中心にスポットが来るように AF 軸機構部を動作させることで AF 顕微鏡を位置決めします。

ゴースト、迷光に強い AF 光学系

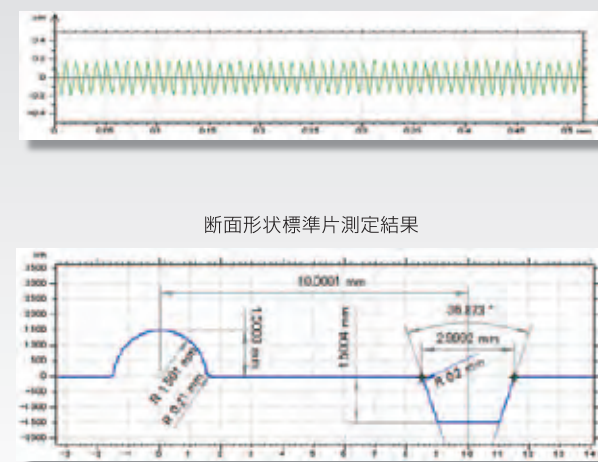
測定表面近傍に他の反射面がある場合や二次反射光がフォーカス位置近傍にある場合、不要な光をカットして目的とする形状の測定ができます。



形状測定機能

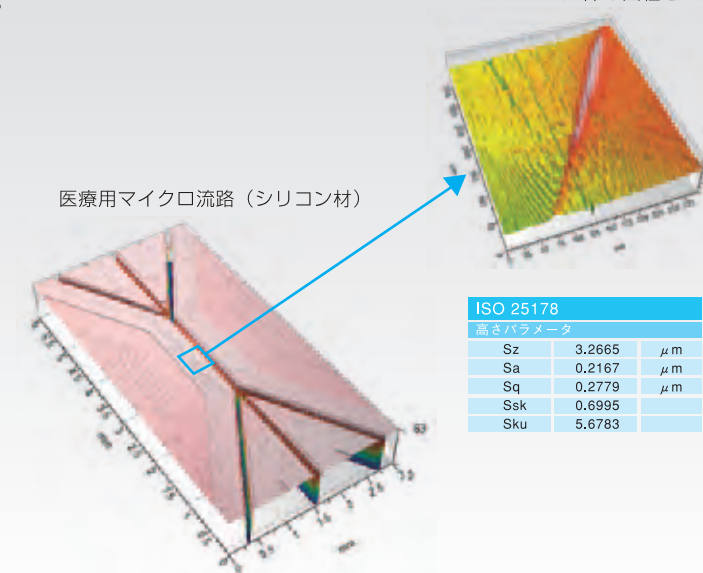
断面粗さ・形状測定

Ra=0.104, RSm=10 (μm) 粗さ標準片 (Rubert 製)
測定結果: Ra=0.101, RSm=10 (μm) 測定スキャン速度: 300 $\mu\text{m}/\text{s}$



粗さ測定・三次元形状

シール部の面粗さ



多彩な補助機能

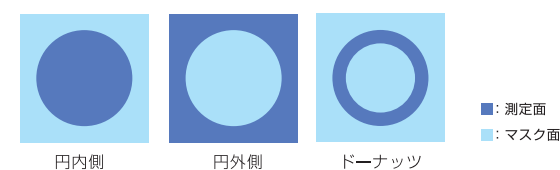
画像キャプチャ

PC 上に測定エリアのモニタ画像を表示し、スケール表示や画像保存を行う機能です。これにより測定位置確認やワークの観察だけではなく、簡易的な視野内の寸法測定が可能になりました。



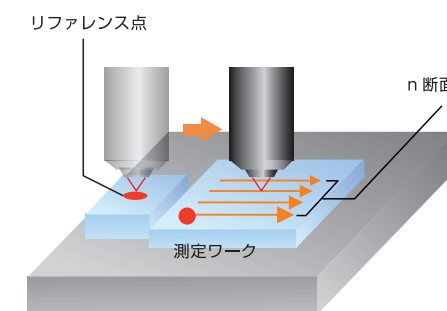
マスク測定

三次元測定の測定範囲を円内側・円外側・ドーナツ型に指定をする機能です。これにより、必要な部分のみの測定・評価をすることで作業時間の短縮が可能になりました。



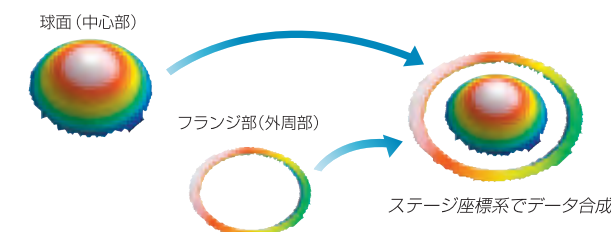
温度補正ソフト

三次元測定において、環境や装置の温度ドリフトの影響で高さが変化する誤差を補正する機能です。これにより温度コントロールされていない一般の部屋でもサブ μm の形状測定が可能になりました。



分割測定

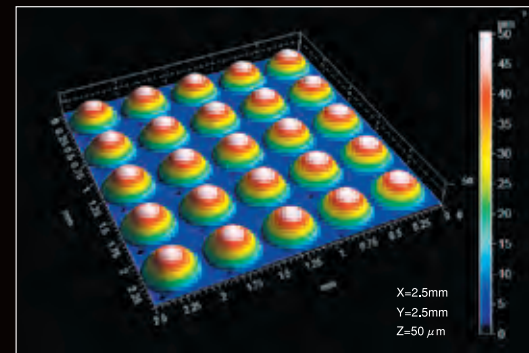
基準面と特定の測定部位など、一度では測定できないワークを部分的に測定し、同一座標系で合成する機能です。これにより目的に応じたさまざまな形状評価が可能になりました。



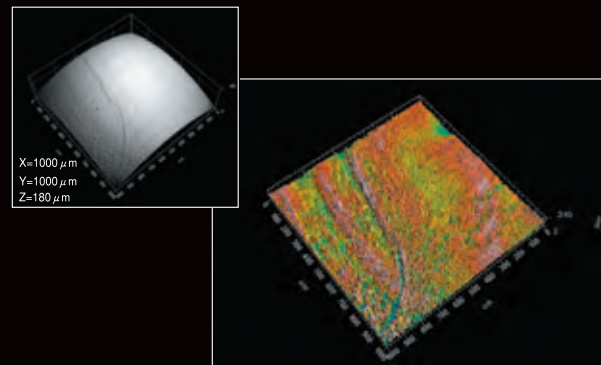
表面性状測定は、断面から三次元測定へ

あらゆるワークの形状測定に対応

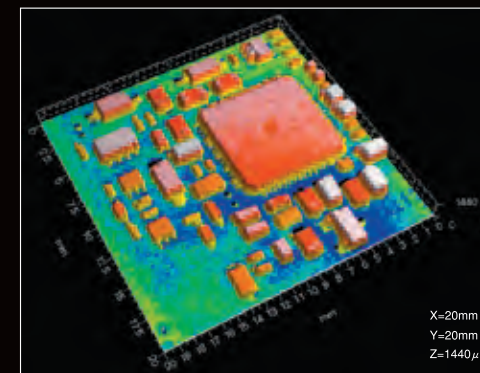
マイクロレンズアレイ (光学部品)



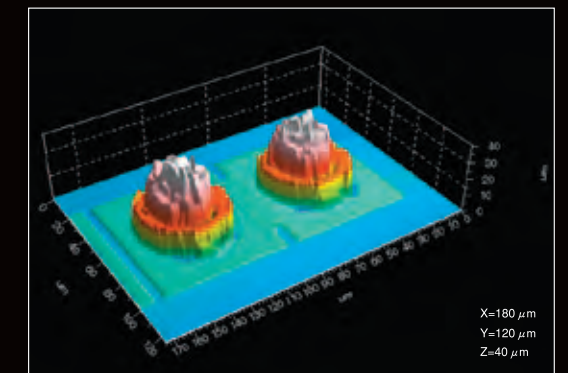
LED レンズの表面欠陥 (光学部品)



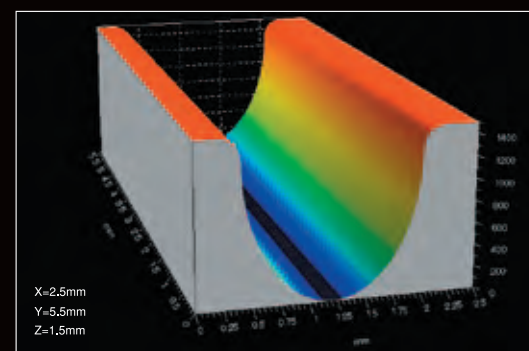
高密度実装基板 (電子部品)



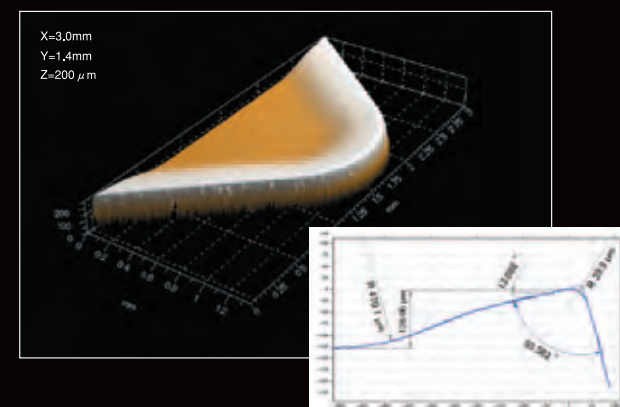
BGA (半導体)



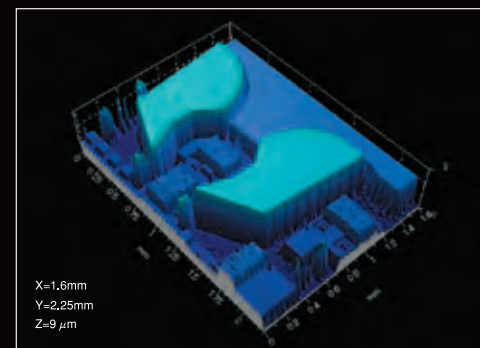
精密金型



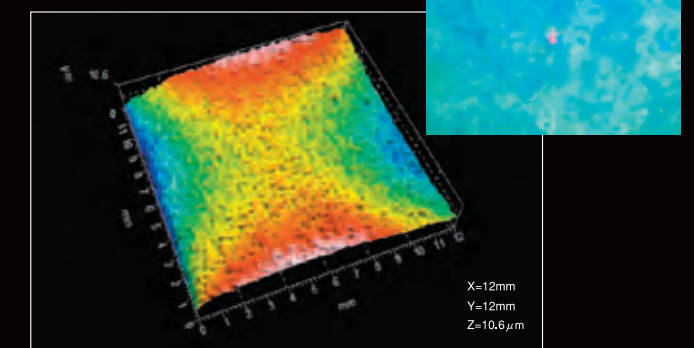
チップバイト先端形状 (加工工具)



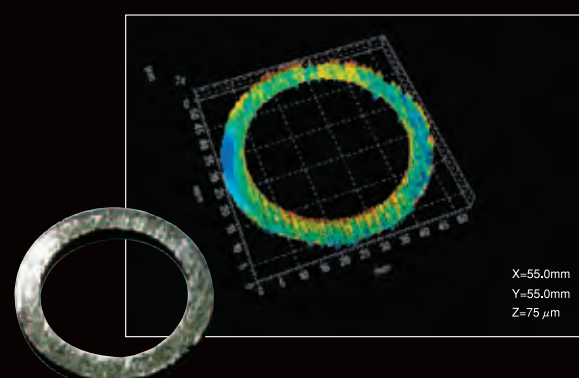
マイクロエンコーダ (MEMS)



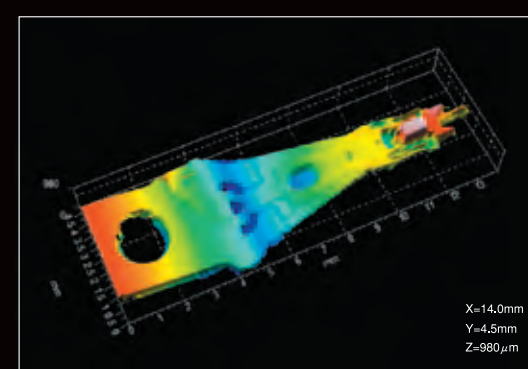
セラミック基板の平面度 (焼結部品)



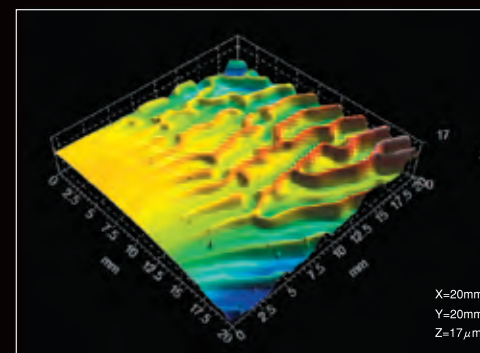
ブレーキパッドの摩耗量 (トライボロジー)



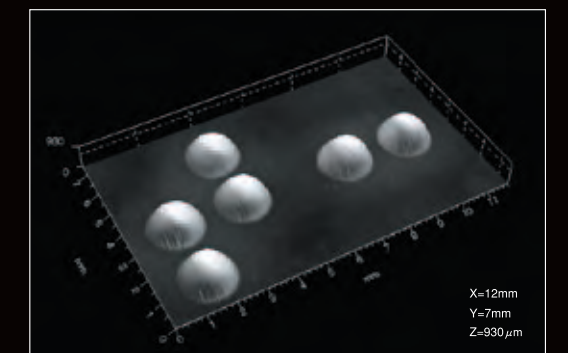
HDD ヘッドサスペンション (精密プレス加工)



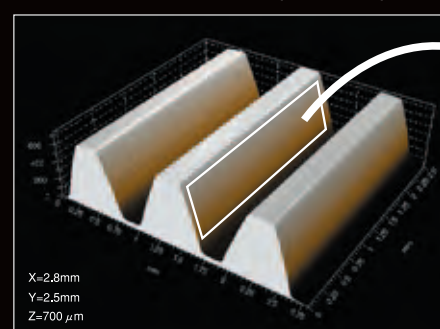
成形品のフローマーク



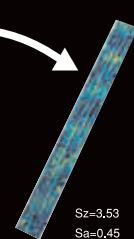
点字 (福祉)



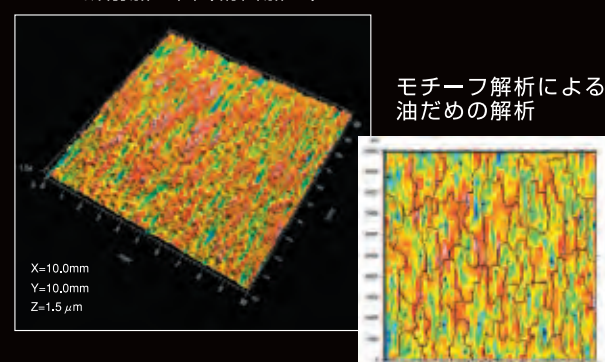
精密ギヤ歯面の粗さ (精密加工)



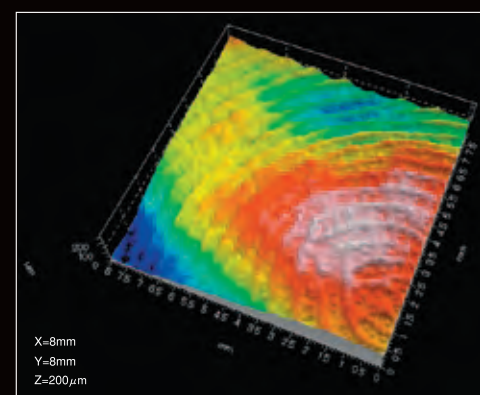
マイクロウェーブ



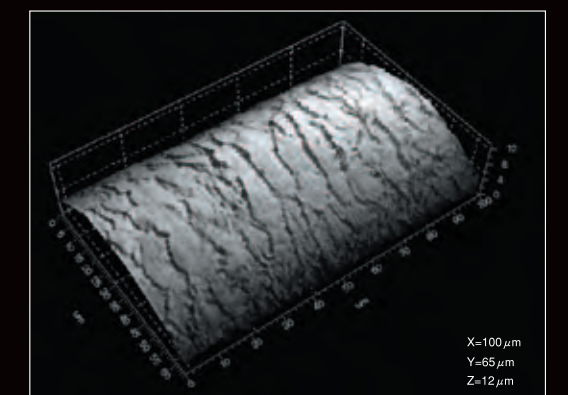
研削加工面 (精密加工)



指紋 (医療、化粧品)



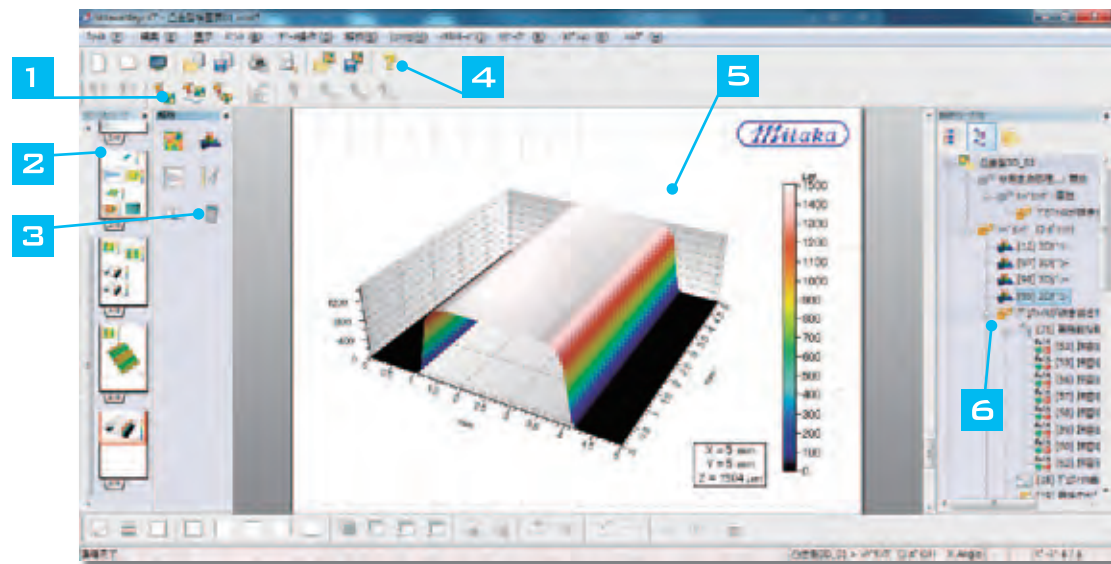
髪の毛 (美容)



三次元表面性状解析ソフトウェア

MitakaMap ST

対話方式で使いやすいソフトウェアや強力なオンラインヘルプ機能を搭載。初めての方でも簡単に高度な解析が可能です。

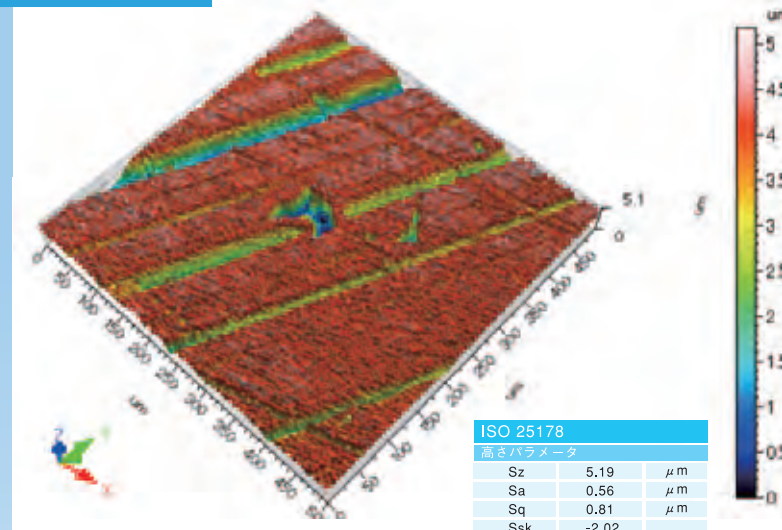


- 1 ミニマクロ**
評価条件や項目を登録して自動解析
- 2 ページビュー**
レポート全体のページ構成を表示
- 3 解析パネル**
使用頻度の高い解析ツールを登録
- 4 オンラインヘルプ**
選択項目の詳細説明
- 5 解析ページ**
データの解析・編集フィールド
- 6 解析ワークフロー**
操作履歴を一覧表示

MitakaMap XT エキスパート

MitakaMap ST (標準仕様) のアップグレード版で研究開発や各専門分野で必要なパラメータを複数持ち表面性状をより定量的に解析することが可能です。

摩耗した金属表面 *



追加機能

高機能断面表面性状解析

- 旧 JIS などその他の 2D パラメータ十点平均粗さ (Rz jis) 等
- スペクトル (FFT) 解析
- フラクタル解析
- モルフォロジカル曲線

自動車用断面解析

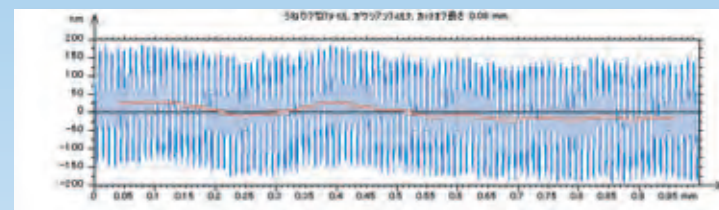
- R&W モチーフ解析 (ISO 12085)
- Rk グラフ表示 (ISO 13565)
- Rk プロファイル

高機能三次元表面性状解析

- ISO 25178 で定義される殆どの 3D パラメータ (高さパラメータ、関数パラメータ、空間パラメータ、複合パラメータ、機能パラメータ)
- Sk グラフ表示
- 体積パラメータ表示
- ピーク分布
- スペクトル (FFT) 解析
- 平均パワースペクトル密度
- フラクタル解析
- しわの解析
- 微細溝のベクトル解析
- 性状の方向性、等方性

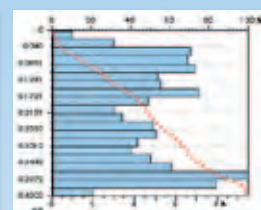
輪郭曲線表面性状解析

■ 断面曲線 (P-parameter) ■ 粗さ (R-parameter) ■ うねり (W-parameter)



粗さ解析結果: Ra=0.102, Rz=0.331, RSm=10.0 (μm) うねり解析結果: Wz=0.041 (μm)

負荷曲線



標準パラメータ

(ISO 4287/JIS B 0601, ASME B46.1)

- 高さ方向 (山及び谷)
Rz, Ra, Rp, Rv, Rc, Rq, Rsk, Rsq
- 横方向: RSm, Rdq
- 材料比: Rmr, Rdc
- ピーク: Ppc

豊富なフィルタリング機能

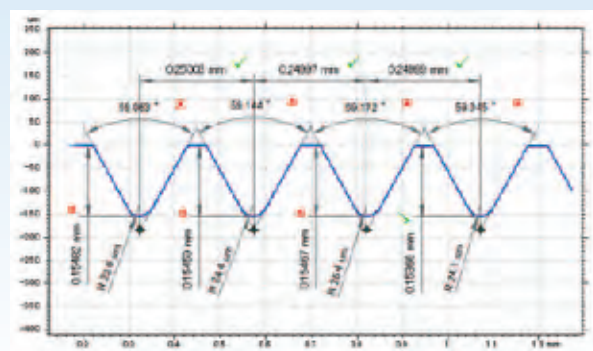
■ ガウシアンフィルタ ■ ダブルガウシアン ■ スプラインフィルタ ■ ロバストガウシアン ■ 2RC-ISO ■ 2RC-PC

断面形状解析

輪郭解析

幅、高さ、曲率、角度、距離を自動演算。
公差合否判定機能を用いて精密部品の品質管理に最適

V 溝形状解析



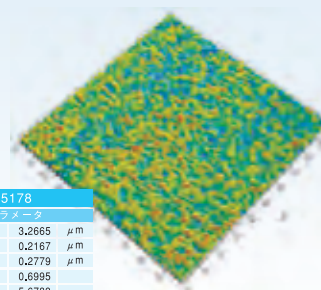
三次元表面性状解析

ISO 25178 で定義される主要なパラメータを装備

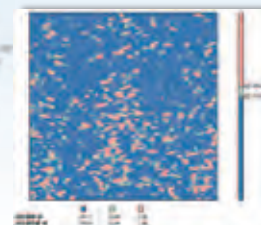
標準パラメータ

- 高さ方向: Sz, Sa, Sp, Sv, Sq, Ssk, Sku, ISO 4287-2, ASME B46.1, EUR 15178N
- 平面度: FLTt, FLTp, FLTv, FLTq (ISO 12781)

放電加工表面 (スポット半径 R=0.5 μm)



切断面の面積・体積解析



ISO 25178		
高さパラメータ		
Sz	3.2665	μm
Sa	0.2167	μm
Sq	0.2779	μm
Ssk	0.6995	
Sku	5.6783	

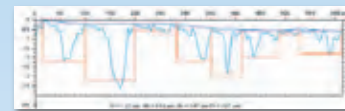
溝に対し直角方向の断面曲線 *

表面が平らで加工による深い傷が残っている



モチーフ解析 JIS B0631 (ISO 12085)

山と山に挟まれた曲線部分を解析



ロバストガウシアンフィルタ *

傷等の急な凹凸に影響されにくい



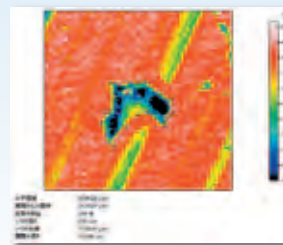
モルフォロジカル曲線 JIS B0610

転がり円半径でのうねり曲線



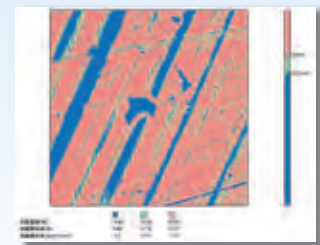
しわの解析

表面の傷やしわ等を個別に解析



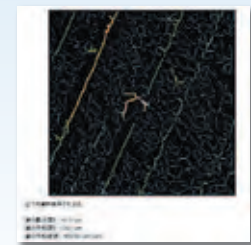
切断面表示 (標準仕様)

全体を高さで分割し面積・体積を算出



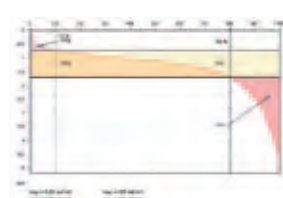
微細溝のベクトル解析

表面の大小全ての溝の深度と位置を算出し、深さの分布や溝の平均密度を解析



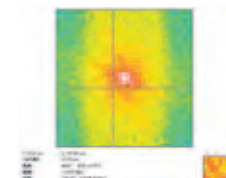
体積パラメータグラフ

山部、谷部、コア部の比率が一目で解る



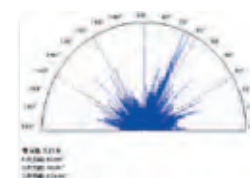
スペクトル解析

面の FFT 解析で表面性状の周期性や方位を表示



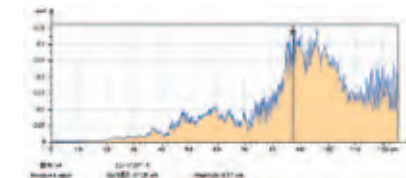
性状の方向性

傷や溝の方向



平均パワースペクトル密度

波長 (X) と粗さ (Y) の関係を詳細表示



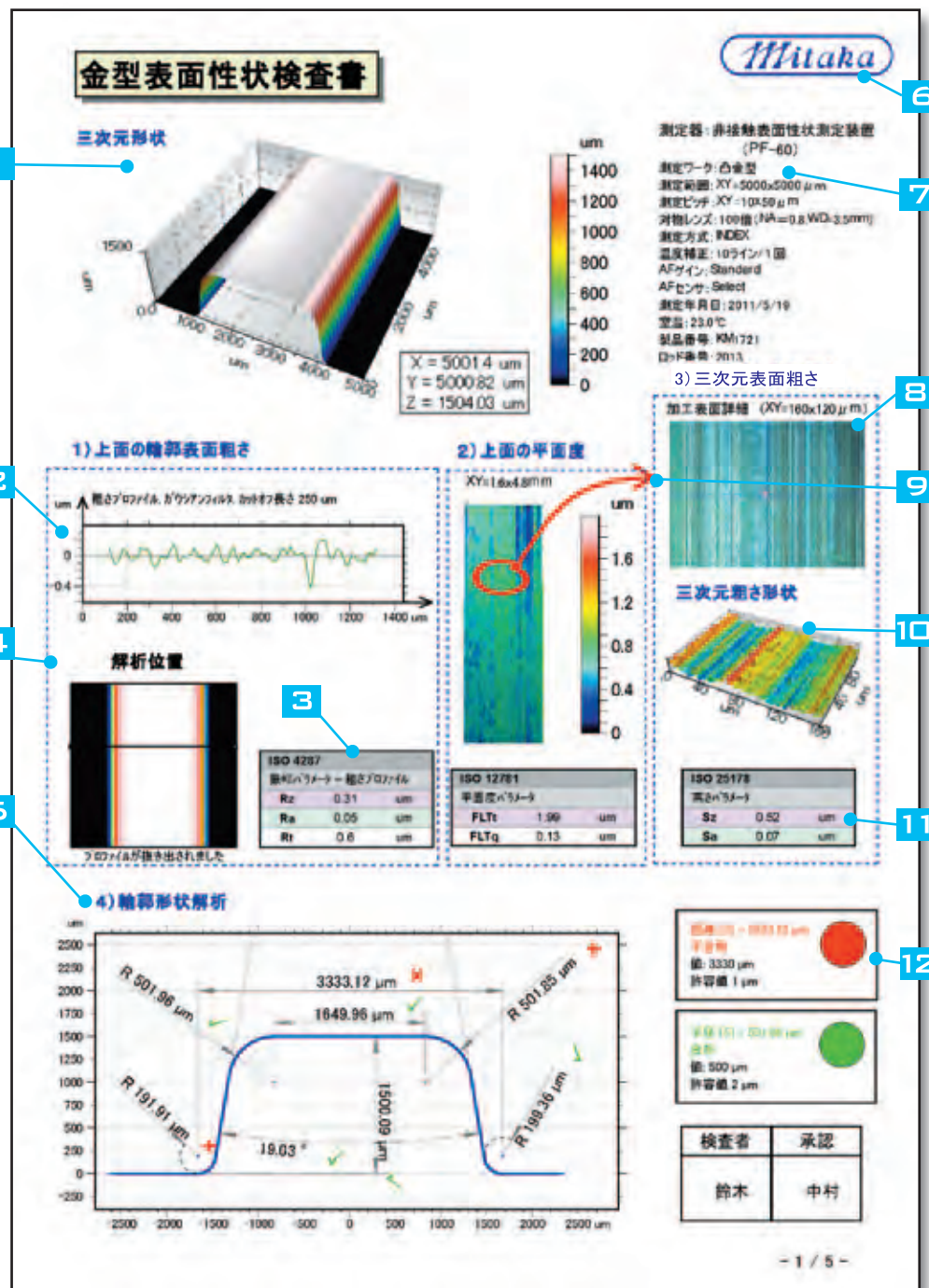
* ST でも可能な表示・解析です

MitakaMap ST 自動解析ツール

測定結果を解りやすくまとめたレポート作成機能

レポート(検査書)作成機能

ユーザが必要な項目を設定し、イラストモードでタイトルや会社ロゴをレイアウトすることによりオリジナルのレポートの作成が可能です。



データ一括処理機能

検査書の自動作成

作成した検査書をテンプレート(ひな形)として利用できます。また、フォルダを指定することにより同一種類の複数データに対しても一括処理できます。



10 か国の言語に対応

ものづくりのグローバル化が進む現代、MitakaMap は各国の言語に対応し母国語で検査書などの作成ができます。

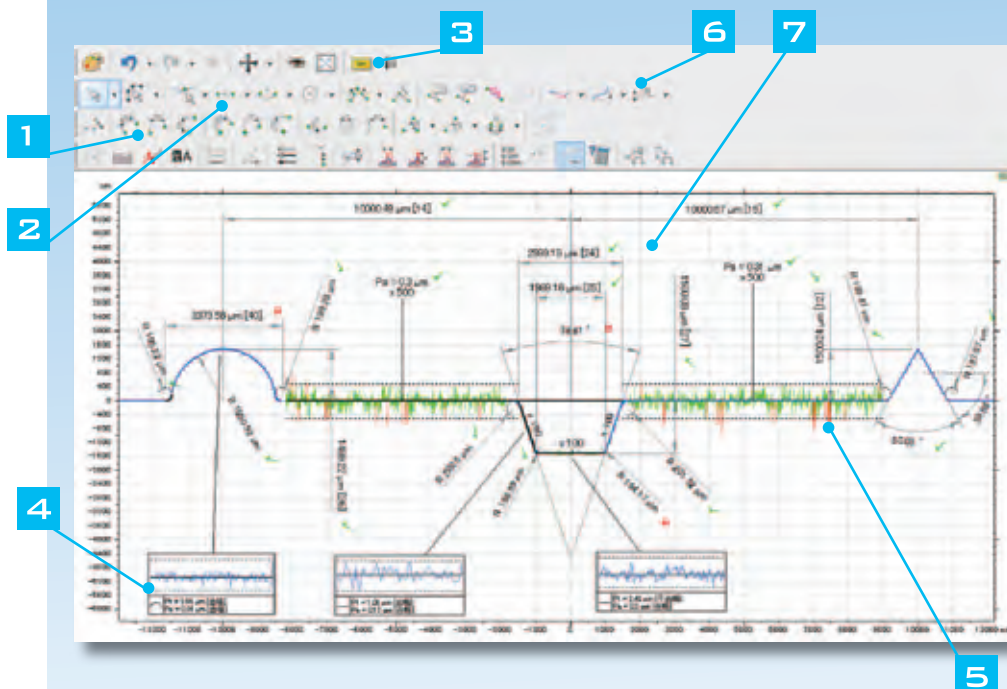
[対応言語]

●日本語 ●英語 ●フランス語 ●ドイツ語 ●イタリア語 ●中国語
●韓国語 ●スペイン語 ●ポーランド語 ●ブラジルポルトガル語

高機能輪郭解析

標準の輪郭解析ソフトウェアより多くの設定 / 評価機能を持ったソフトウェアで様々な形状の寸法、誤差解析が可能です。

形状用標準片の解析例



1 解析ツール

幅、距離、高さ、半径、直径、交角、水平角、円弧の角度など必要な解析機能を満載

2 測定点作成ツール

プロファイルから求めた直線、円弧のセグメントや任意の点から解析したい様々な測定点を設定可能

3 DXF ファイル操作ツール

CAD データの DXF ファイルの読み込み、測定点群データの DXF ファイルへの変換ツールで設計値との誤差評価に有効

4 残差ツール

直線、円弧のプロファイルから形状誤差 (Pz, Pa, Pq, etc..) を求めグラフと解析結果を表示

5 偏差ツール

偏差を拡大してプロファイル上に表示。許容値を設定することによりはずれ値を赤色表示

6 座標変換ツール

レベリングや座標原点を任意の位置に設定可能

7 解析ウインドウ

プロファイルの拡大 / 縮小、寸法線や数値の位置設定など自由自在

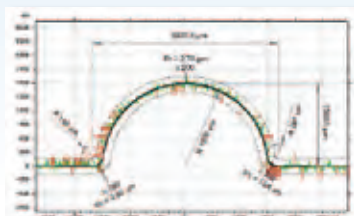
データ一括処理機能

解析結果を一覧表にまとめ設定された公差に対し合否判定を自動表示

パラメータ	値	下限	上限	合否
半径 [2]	1500.83 um	1498 um	1502 um	合格
半径 [3]	198.28 um	195 um	205 um	合格
半径 [4]	200.5 um	195 um	205 um	合格
半径 [5]	198.66 um	195 um	205 um	合格
半径 [6]	194.17 um	195 um	205 um	不合格
半径 [7]	201.52 um	195 um	205 um	合格
半径 [8]	198.47 um	195 um	205 um	合格
半径 [9]	197.07 um	195 um	205 um	合格
距離 [12]	1500.24 um	1499 um	1501 um	合格
距離 [14]	1000.49 um	999 um	1001 um	合格

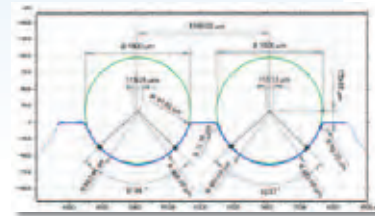
CAD データとの比較

CAD データを読み込み偏差ツールを用いて設計値に対する形状誤差を表示



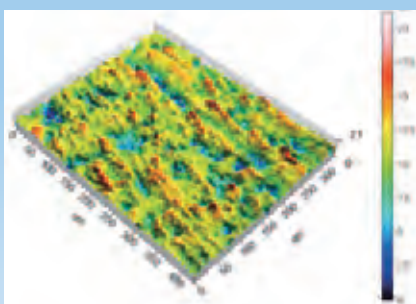
接触円の寸法解析

仮想円を落とし込んだ時の接触点や中心座標を解析可能



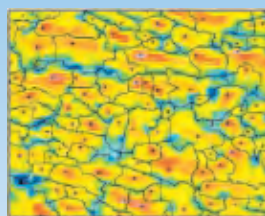
モチーフ解析

表面の凹凸を尾根線、水路線で分割し局所的な頂点や窪みを抽出して表面の特徴をより詳しく解析できます。



モチーフの視覚化

水路線を用いて各山を分割

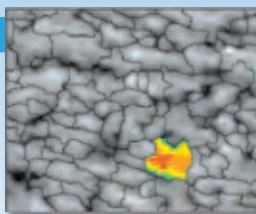


解析結果の一括出力

解析した全モチーフは番号が付けられ全てのパラメータの結果をテキストデータで出力できます。

個別解析

見たい場所を個別表示



[モチーフパラメータ (特徴パラメータ)]

- モチーフの数
- 種類
- 高さ
- 面積
- 体積
- 頂点 / 窪みの XYZ 値
- 隣接数
- 隣接ピッチ (最大 / 最小 / 平均)
- 相互平坦度
- 境界線長さ
- 直径 (最大 / 最小 / 平均)
- 方向
- 平面アスペクト比
- 真円度
- コンパシティ
- 球の中心座標
- 球の半径

高さ: 2.02 um
面積: 0.004mm²
体積: 867.8 um³



装置機構部					ソフトウェア
軸名	X 軸	Y 軸	AF (Z1) 軸 (測定用)	Z2 軸 (位置決め用)	○ 断面 / 三次元形状測定ソフト ■ 断面測定 ■ 三次元測定 (インデックス / スキャン測定モード) ○ 三次元表面性状解析ソフトウェア (MitakaMap-ST) ■ 輪郭曲線の表面性状解析 (ISO 4287) 粗さ / うねり / 断面曲線の振幅、間隔、 ピーク、材料比パラメータ (JISB0601相当) ■ 三次元表面性状解析 (ISO 25178) 三次元高さパラメータ ■ 3Dビュー ■ アニメーションビュー ■ 形状除去 ■ プロファイルの抜き出し ■ 空間フィルタ ■ 負荷曲線 ■ 距離・段差演算 ■ 山谷の体積演算 ■ ミニマクロ ■ イラストモード ■ 言語切替 (10ヶ国対応) ○ 画像キャプチャー(Mitaka Veiwer) ■ 十字線 / スケール表示 ■ 画像保存 ○ ファイル管理ソフトウェア ■ CSV変換出力
可動範囲	60mm	60mm	10mm	60mm	
分解能	0.1μm (オプション 0.01μm)	0.1μm (オプション 0.01μm)	0.01μm (オプション 0.001μm)	0.1μm	
測長器	スケール	スケール	スケール	パルス	
測定精度 (L=測定長mm)	(2+4L/1000)μm	(2+4L/1000)μm	(0.3+0.5L/10)μm	—	
オートフォーカス 光学系	測定再現性	σ =0.03μm (ミラー表面において)			
	フォーカスエリア	φ1μm (100X 対物レンズにて)			
	使用レーザ	半導体レーザ (出力 1mW Max 波長 635nm クラス 2)			
	測定用対物レンズ	100X (WD=3.4mm NA=0.8) 観察倍率: 約1100倍 (19インチモニタ時)			
	位置決め用対物レンズ	5X (スライド切替式) [観察視野]			
	落射照明	ケラー照明法 (白色 LED 光源)			
その他	載物台寸法 (XY)	210×210mm			
	測定物の最大高さ	70mm (AFヘッド取付移動により 100mm まで可能)			
	ワーク搭載可能重量	4kg			
	装置寸法 (WxDxH)	機構部: 400 × 400 × 450mm			
	防振機能	3 点式防振パッド (固有振動数 水平 2.1、垂直 3.3Hz)			
	装置重量	31kg			
測定制御部					オプションソフトウェア
ユーザインターフェイス	パーソナルコンピュータ (OS: Windows)				その他のオプション
駆動軸制御	4軸コントローラ (MSCU-4N)				
消費電力 (合計)	250W (100V2.5A)				
					○ 50X 対物レンズ (WD=10.6mm NA=0.5)
					○ 高 NA100 倍対物レンズ (WD=0.35mm NA=0.95)

表面粗さの規格は測定表面の精度が上がるにつれて様々なパラメータが増え、また曖昧さを無くし厳格に定義されるようになってきました。表1に1970年からのJIS規格の主な粗さパラメータと図示方法の推移を示します。1970年代には粗さ計は2RC回路を用いたアナログ方式が主流でしたがその後デジタル化が進み2001年のJIS規格改正で大幅にパラメータが変更されました。これはグローバル化する日本のものづくりに於いて世界に安定して製品を供給することが目的でした。そのためにJIS B0601:2001においてはISO 4287に完全準拠し、JIS規格だけで用いていた十点平均粗さ (R_z) を本規格から外し (R_{zJIS}) と記号を変更しました (R_z は最大高さに変更)。また Surface texture の邦訳を“表面性状”として、断面曲線 (P -parameter)、粗さ曲線 (R -parameter)、うねり曲線 (W -parameter) を評価できるようになり、高さ方向のパラメータに加え横方向、形体パラメータなどが追加されました。これらのパラメータにより、より定量的に製品の表面を評価することができます。またこれらのパラメータは設計図面に図示できるよう JIS B 0031 (ISO 1302:2002) において改定されています。新しい三次元表面性状パラメータは面領域の評価ができる“S” (Surface) パラメータや体積、容積が評価できる“V” (Volume) パラメータ等を持っています。

表1 JIS規格における粗さパラメータと表記方法の推移

比較項目	JIS B0601:1970 輪郭曲線	JIS B0601:1982 輪郭曲線	JIS B0601:1994 輪郭曲線	JIS B0601:2001 (ISO 4287 1997) 輪郭曲線	ISO 25178 三次元
適用フィルタ	2RC	2RC	ガウシアン	ガウシアン	無し・ガウシアン
最大高さ	R_{max} (S表示)	R_{max}	R_y	R_z	S_z
十点平均粗さ	—	—	R_z	(R_{zJIS}) 付属書扱い	—
中心線平均粗さ	R_a (a表示)	R_a	R_{a75}	(R_{a75}) 付属書扱い	—
算術平均高さ	—	—	R_a	R_a	S_a
自乗平均平方根高さ	—	—	—	R_q	S_q
スキューネス (とがり度)	—	—	—	R_{sk}	S_{sk}
クルトシス (かたより度)	—	—	—	R_{ku}	S_{ku}
凹凸の平均長さ	—	—	—	R_{sm}	—
負荷長さ率	—	—	tp	R_{mr}	S_{mr}
図示方法	0.2a 以下 0.4 ~ 1.6a 3.2 ~ 6.3a 12.5 ~ 25a			 -0.8/ R_a 1.6 (JIS B0031:2003)	 S-F 0.08-8/ S_a 0.5

三次元表面性状測定法

製品の小型化、高精度化が進む現代、触針式で得られる断面曲線だけでは評価できない表面が増えてきています。そのような問題に対し、ISO TC213 では 2002 年から三次元表面性状の測定法、パラメータの用語と定義、図示方法、校正法などの規格化を進め 2010 年に第一版が公布されました。三鷹光器(株)はオートフォーカス式表面性状測定法を本規格に提案し、2008年に“Point autofocus profiling”と命名され、2014年2月に正式に ISO 25178-605 (Point Autofocus Probe) として公布されました。表2に示すように三次元測定は様々な非接触測定法が提案されており、ユーザはそれぞれの測定原理や特性を良く理解したうえで目的に合った測定法を用いて解析することが求められます。

表2 三次元表面性状測定法の分類

ISO 25178-6: 三次元表面性状測定法の分類と用語の定義
-601: 接触 (触針) 式測定装置の一般特性
-602: 非接触 (共焦点色収差プローブ) 式測定装置の一般特性
-603: 非接触 (位相シフト干渉顕微鏡) 式測定装置の一般特性
-604: 非接触 (コヒーレンス走査干渉) 式測定装置の一般特性
-605: 非接触 (ポイントオートフォーカスプローブ) 式測定装置の一般特性
-606: 非接触 (焦点画像合成) 式測定装置の一般特性
-607: 非接触 (共焦点画像) 式測定装置の一般特性