

# Application News

## No. S23

表面観察  
Surface Observation

### レーザー顕微鏡による大面積の形状評価

— OLS シリーズの超高速モードによる三次元形状取得 —

Shape Evaluation of a Large Area with a Laser Microscope  
- 3-Dimensional Shape Evaluation in a Short Time by the Use of OLS Series Ultra-High-Speed Mode -

#### はじめに

Introduction

レーザー顕微鏡 (LSM : Laser Scanning Microscope) は、横 (XY) 方向と高さ (Z) 方向の分解能に優れ、また非接触法であるために柔らかい材料でも形状評価が簡単に行えます。これらの特長により、三次元形状評価に向いています。三次元表面性状パラメータ (以下、表面粗さ) は二次元の線粗さと比較した場合、三次元であるために情報量が多く、工業分野での利用がますます盛んになっています。

LSM による形状評価では、要求される評価高さや面積が大きい場合、条件によっては時間がかかるなどのストレスを感じられることも多いのが現状です。このために短時間に、信頼性ある数値が得られる方法が望まれます。今回、この問題を解決する超高速モードをご紹介します。また、評価面積を大きくすることで試料表面形状を代表した表面粗さが得られることを、加工紙を例にご紹介します。

T. Fujii

#### 3D 測定レーザー顕微鏡 OLS シリーズ

3D Measuring Laser Microscope OLS Series

3D 測定レーザー顕微鏡 OLS4100 の外観を Fig. 1 に示します。この装置は波長 405 nm の短波長レーザー光を使用しています。LSM は、共焦点効果を利用することで、焦点が合った形状部分のみのレーザー反射光画像を得ることができます。この焦点位置を Z 方向に変化させ多数のレーザー反射像を取得し、再計算することで 3D 形状が得られます。得られた 3D 形状から寸法測定と形状測定などの数値化を高精度で行うことができます。OLS4100 における分解能は XY 最高分解能 0.12  $\mu\text{m}$ 、Z 最高分解能が 10 nm です。形状評価では測定値の信頼性が重要です。OLS4100 は、以下の技術を採用しています。

- ・ Z 方向の連続駆動と真直性
- ・ 0.8 nm 光学スケールによる Z 駆動管理とリニアリティ
- ・ XY 走査のリニアリティ
- ・ トレーサブルな校正

これらにより測定値の正確性と繰り返し精度の 2 つを保証しています。

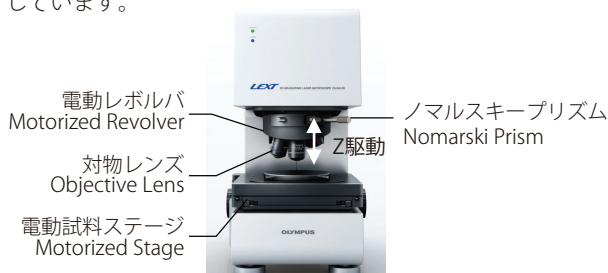


Fig. 1 3D 測定レーザー顕微鏡 OLS4100  
3D Measuring Laser Microscope OLS4100

#### 対物レンズの選択

Selection of Objective Lens

対物レンズの視野の大きさ、作動距離 WD、開口数 NA と分解能は対物レンズ毎で異なります。粗さ評価などの形状評価には開口数と分解能に優れた対物レンズが適しています。開口数と分解能に優れた OLS4100 専用対物レンズ 20 $\times$ 、50 $\times$ 、100 $\times$ の一覧を Table 1 に示します。

Table 1 OLS4100 専用対物レンズ一覧  
List of Standard Objective Lens

対物レンズ Obj. Lens	視野 view	作動距離 WD	開口数 NA	分解能 Resolution	
				Z	XY
20 $\times$	640 $\mu\text{m}$	1.00 mm	0.60	15 nm	0.2 $\mu\text{m}$
50 $\times$	256 $\mu\text{m}$	0.35 mm	0.95	10 nm	0.12 $\mu\text{m}$
100 $\times$	128 $\mu\text{m}$	0.35 mm	0.95	10 nm	0.12 $\mu\text{m}$

粗さ評価では評価面積と形状構造の大きさから対物レンズを選択することになります。要求される評価面積が広い場合、貼りあわせを行いません。

#### 超高速モード

Ultra-High-Speed Mode

OLS4100 では従来の高速モードの約 2 倍、高精度モードの約 9 倍の速さに高めた超高速モードを搭載しています<sup>\*</sup>。しかし、短時間で 3D 形状を得たとしても、それが数値化に耐えられる質でなければ信頼できる評価はできません。20 $\times$  対物レンズを使用し、異なる取得モード (高精度、高速、超高速) で得た樹脂板表面の 3D 形状像を Fig. 2 に示します。

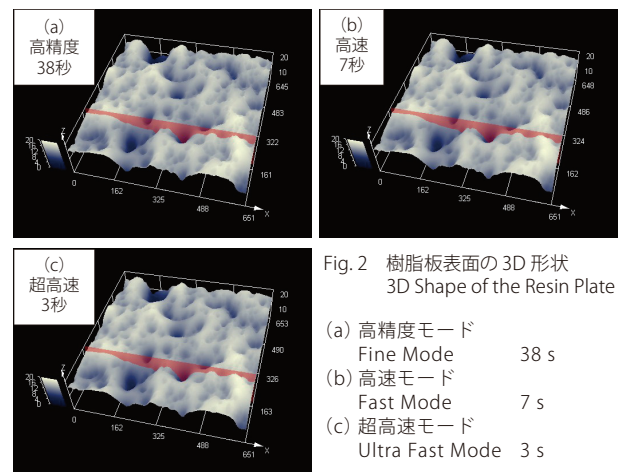


Fig. 2 樹脂板表面の 3D 形状  
3D Shape of the Resin Plate

- (a) 高精度モード  
Fine Mode 38 s
- (b) 高速モード  
Fast Mode 7 s
- (c) 超高速モード  
Ultra Fast Mode 3 s

<sup>\*</sup> 実際のスキャン時間は Z 方向範囲と対物レンズの倍率により異なります。

各モードでの形状取得時間は、高精度モードで38秒、高速モードで7秒、超高速モードで3秒です。超高速モードを使用すると、高精度モードの約10分の1、高速モードの約2分の1の時間で取得できました。

試料の同じ部位 (Fig. 2 の中に示したライン上) における形状プロファイルと最大高さの計測結果を Fig. 3 に示します。各モードで形状と高さが一致しており、取得時間が短い超高速モードが十分に信頼できるものであることがわかります。

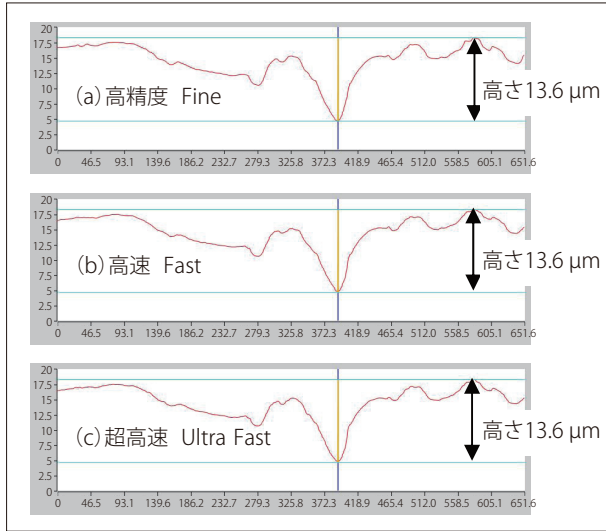


Fig. 3 形状プロファイルと高さ計測  
Shape Profile and Height Measurement

## ■大面積での表面粗さ評価

### Surface Roughness Evaluation of a Large Area

加工紙の表面形状取得と表面粗さ評価を行いました。取得条件は20×対物レンズ、超高速モードです。□640 μmの視野での加工紙表面の3D形状を Fig. 4 に示します。表面には無数のくぼみがあります。また、くぼみのほかにうねり形状が認められます。このうねりの頂点どうしの間隔が、大きい場合は約400 μm程度あることがわかります。このうねりの間隔と視野の大きさはおなじ程度です。Fig. 4 はうねり形状の一部分を捉えています。加工紙表面の全体形状は代表していないと考えられます。

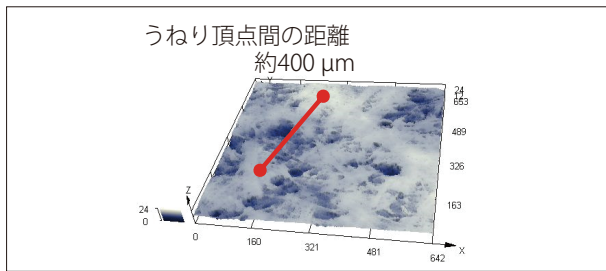


Fig. 4 加工紙表面の3D形状  
視野 □640 μm  
Surface Shape of Processed Paper  
Field of View 640 μm Square

貼りあわせを行ない評価面積を大きくした場合の3D形状を Fig. 5 に示します。評価面積を大きくするに従い、多くのうねり形状を捉えられることがわかります。この場合の貼りあわせによる取得時間は、貼りあわせ枚数×7.5秒(一枚の取得時間)となります。

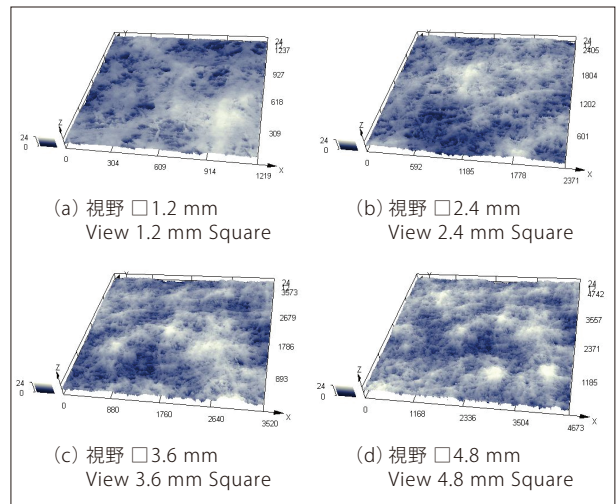


Fig. 5 異なる評価面積における加工紙表面の3D形状  
Surface Shape of the Processed Paper Obtained in Different Evaluation Area

評価面積比と算術平均粗さ(Sa)の関係を Fig. 6 に示します。評価面積は Fig. 4 の視野の大きさ(□640 μm)を1としたときの面積比で表わし、これは貼りあわせ枚数に相当しています。評価面積比が36以上で一定値のSa値(平均2.28 μm)になることがわかります。面積比36は、視野□3.6 mm (Fig. 5 (c)) で一辺の長さが Fig. 4 の6倍に相当します。このように評価面積を大きくすることで加工紙表面の全体を代表する確かなSa値を得ることができました。面積比36の場合でも合計の取得時間はわずか4.5分です。

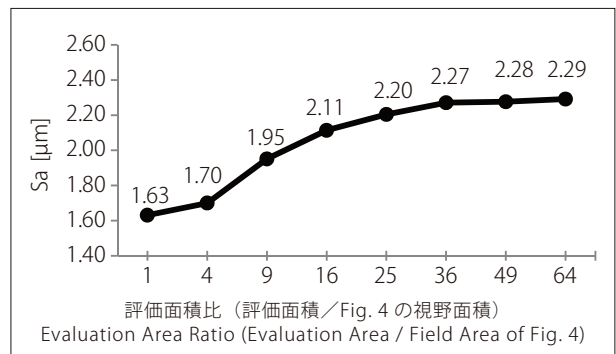


Fig. 6 評価面積比とSaの関係  
Relationship of the Evaluation Area Ratio and Surface Roughness Sa

## ■まとめ

### Conclusion

うねり形状を持った加工紙表面の表面粗さを評価面積を変えて調べました。その結果、評価面積が□3.6 mm以上の大きな三次元表面形状から加工紙全体を代表するSa値を得ることができました。□3.6 mmという広い視野でも、超高速モードと貼りあわせを利用することで、わずか4.5分で取得することができました。

OLS 資料室のご案内  
OLS 資料室ではさまざまなアプリケーションを紹介しています。  
[http://www.an.shimadzu.co.jp/surface/spm/ols/4100/ols\\_index.htm](http://www.an.shimadzu.co.jp/surface/spm/ols/4100/ols_index.htm)