

Application News

No. S14

表面観察
Surface Observation

飲料ボトル缶の飲み口の塗膜と形状

—透明膜対応レーザー顕微鏡の活用例 その3—

Shape and Transparent Coating of Drinking Spout of Beverage Bottle Can

-Practical Examples of the Use of Laser Scanning Microscope Corresponding to the Transparent Film: Part 3-

はじめに

Introduction

飲料ボトルの飲み口のねじ溝には、開封後も確実に栓ができるように、弾性がある高分子材料が皮膜されています。この膜は透明なため、従来のレーザー顕微鏡 (LSM) や光学顕微鏡による観察は困難でした。今回、3D 測定レーザー顕微鏡 OLS4100 により、飲料ボトル缶の飲み口のねじ溝に施された透明な塗膜の観察と膜厚計測を行ないました。

ボトルの飲み口のように複雑な形状をもった試料には、作動距離が長い対物レンズ (長作動対物レンズ) が有用です。今回、長作動対物レンズを用いて、飲み口の部分の形状観察を行なった事例をあわせてご紹介します。

T. Fujii A. Kogure

3D 測定レーザー顕微鏡 OLS4100

3D Measuring Laser Microscope OLS4100

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 のレーザー光と白色 LED 光を使用することにより高分解能なレーザー観察像とカラー像が得られます。さらに三次元形状 (3D) 計測や粗さ測定を非接触で行うことができます。

OLS4100 は、マルチレイヤー機能により、従来では困難であった透明体の観察にも対応しています。



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

マルチレイヤー機能

The Multi-Layer Function

金属やガラスなどを下地とした透明膜を従来の方法で LSM 観察する場合、下地からのレーザー反射が透明膜表面からの反射よりも強いため、透明膜表面と下地を分離した観察が困難です。マルチレイヤー機能では複数の界面からの反射光のそれぞれのピークを認識して各界面の焦点位置を捉えます。これにより透明膜に覆われた試料の下地の界面の 3D 観察が可能です。さらに、面膜厚測定により膜厚の面分布を知ることが可能です。マルチレイヤー観察は表面を含めた 3 つの界面まで可能です。

飲料ボトル缶の飲み口部

Shape and Coating of the Screw Groove of the Beverage Bottle Can

市販の飲料アルミボトル缶の飲み口部の写真とねじ溝の模式図を Fig. 2 に示します。A : ねじ溝には密封性を高めるための透明な高分子膜 (透明膜) が施されています。B : 飲み口の内側の曲面部は飲料する際に、実際に唇が触れる部分です。ねじ溝の透明膜の膜厚計測とマルチレイヤー機能による透明膜の表面観察を行ないました。さらに、曲面部の形状観察を長作動対物レンズを用いて行ないました。

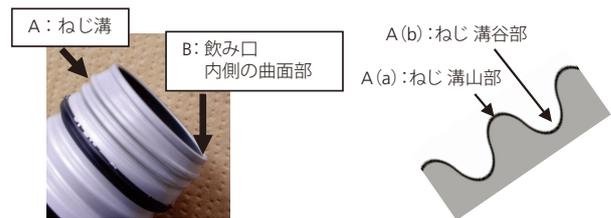


Fig. 2 アルミボトル缶の飲み口の写真とねじ溝の模式図
Spout of Aluminum Bottle Can

ねじ溝の断面観察

Cross-Sectional Observation of the Screw Groove

Fig. 3A (a) に、A : ねじ溝の LSM 断面観察像を示します。観察は標準 20 × 対物レンズを使用しました。A (a) ねじ溝の山部、A (b) ねじ溝の谷部のいずれも 2 層の反射層が認められます。この 2 つの反射層が挟まれた部分が透明膜です。この 2 つの反射層間の距離を計測することで膜厚の計測が可能です。透明膜の屈折率を 1.5 とした場合の膜厚は、ねじ溝の山部 (a) では 5.0 μm 、ねじ溝の谷部 (b) では 6.9 μm です。ねじ溝の山部と谷部を比較した場合にねじ溝の谷部の高分子膜の厚みが大きいことがわかります。

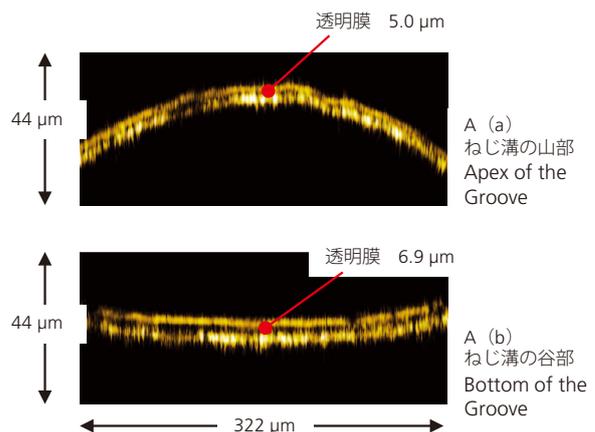


Fig. 3 LSM によるねじ溝の膜の断面観察
Cross-Sectional Observation of the Coating of the Screw Groove by LSM

■ねじ溝の透明膜表面の観察

Observation of the Surface of the Transparent Film on Top of the Screw Groove

ねじ溝のマルチレイヤー機能による透明膜表面の三次元 LSM 観察像 (3D-LSM 像) を Fig. 4 に示します。ねじ溝の山部の 3D-LSM 像は Fig. 4 (a) です。ねじ溝の谷部の 3D-LSM 像は Fig. 4 (b) です。観察は標準 20×対物レンズを使用しました。

従来の LSM では、湾曲した下地の上に覆われた透明膜の観察は困難でしたが、マルチレイヤー機能により湾曲したねじ溝に施された薄い透明膜の最表面のみの観察ができています。

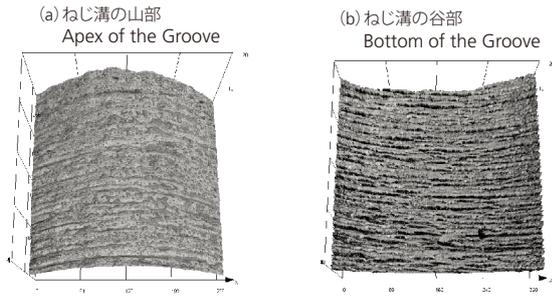


Fig. 4 ねじ溝の透明膜表面の 3D-LSM 像
3D-LSM Observation Image of the Transparent Film Surface of the Screw Groove

■長作動対物レンズ

Long Working Distance Objective Lenses

各種の対物レンズは、一定の作動距離 (Working Distance, WD) を持っています。WD は焦点が合うときの試料面とレンズ先端間の距離です。したがって、試料の形状の大きさと WD の関係が合わずに観察できない場合が生じます。標準対物レンズの焦点が合う前に試料と衝突してしまう関係の模式図を Fig. 5 (a) に示します。このような場合、Fig. 5 (b) の長作動対物レンズを使用することで目的の観察が可能になります。長作動対物レンズは標準レンズよりも WD が長く、試料の奥まった部位などでも観察が可能になります。

長作動対物レンズは、金属破断面やパッケージなどアスペクト比が高い試料に有効です。標準対物レンズと長作動対物レンズの一覧を Table 1 に示します。

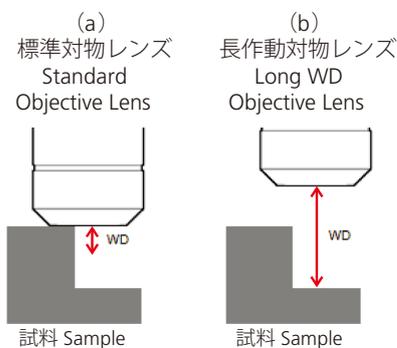


Fig. 5 試料形状と対物レンズ 作動距離の関係
Relationship of the WD of the Objective Lens and the Sample Shapes

Table 1 標準対物レンズと長作動対物レンズの一覧
List of Long Working Objective Lens and the Standard Objective Lens

対物レンズ Objective Lens		視野 Field of view	作動距離 WD	開口数 NA	
標準	Standard	20×	640 μm – 80 μm	1.00 mm	0.60
標準	Standard	50×	256 μm – 32 μm	0.35 mm	0.95
標準	Standard	100×	128 μm – 16 μm	0.35 mm	0.95
長作動	Long WD	20×	640 μm – 80 μm	12.00 mm	0.40
長作動	Long WD	50×	256 μm – 32 μm	10.60 mm	0.50
長作動	Long WD	100×	128 μm – 16 μm	3.40 mm	0.80

■ボトル缶の飲み口部の形状観察

Shape Observation of Drinking Spout of the Bottle Can

Fig. 3 B: 飲み口の内面側の曲面部の 3D-LSM 像を Fig. 6 (a) に示します。観察は Fig. 3 に示した矢印の方向から行い、試料とレンズが衝突しないように長作動 50×対物レンズを使用しました。また、広い視野での観察を画像貼り合わせを用いて実現しています。

形状プロファイルからの曲率計測を Fig. 6 (b) に示します。この飲料ボトル缶の飲み口部の内面側の曲面形状は、曲率半径 R が 448 μm、曲率 (1/R) が 0.002/μm であることがわかりました。

このように試料を切断加工せずに大きな形状をもった飲み口部の詳細な形状観察と計測が行なえました。

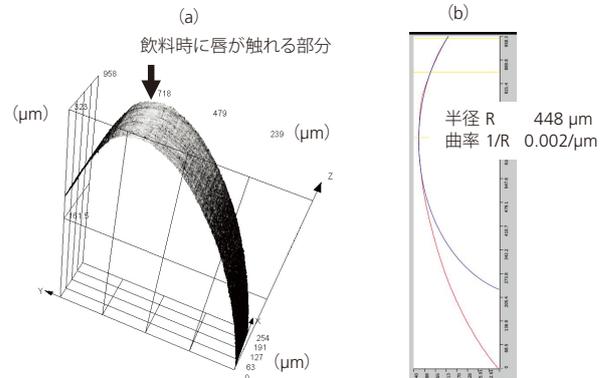


Fig. 6 飲み口部内面側の (a) 3D-LSM 像と (b) 曲率計測
(a) 3D-LSM Image and (b) Curvature Measurement of Drinking Spout

■まとめ

Conclusion

3D 測定レーザー顕微鏡 OLS4100 のマルチレイヤー機能により、従来のレーザー顕微鏡や光学顕微鏡では困難な透明膜の観察と形状評価が可能となります。また、長作動対物レンズを使用して、大きな形状を持つ試料の観察と形状評価にも成功しました。

OLS4100 は、透明膜の観察と計測に対応したレーザー顕微鏡です。