Application News
No.S12

表面観察
Surface Observation

塗膜 / アルミニウム箔のマルチレイヤー観察
ー透明膜対応 レーザー顕微鏡の活用例　その 1 ー

Observation of Transparent Coating of Aluminum Foil by Multi-Layer Function
-Practical Examples of the Use of Laser Scanning Microscope Corresponding to the Transparent Film: Part 1-

■はじめに
Introduction

透明塗膜は日用品から工業用品にいたるさまざまな製品に利用されています。透明塗膜の品質管理では，外観だけではなく，反射性能（透明度），塗膜の厚さ，表面および下地の粗さなどの評価が必要です。レーザー顕微鏡（LSM）はこれらの評価に用いられますが，レーザー光が透明膜を透過するため，表面の観察が困難な場合が多く発生します。 3D 測定レーザー顕微鏡 OLS4100 のマルチレイヤー機能は，この問題を解決する機能です。

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
Multi-Layer Function

Fig. 2 にマルチレイヤー機能の原理図を示します。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。

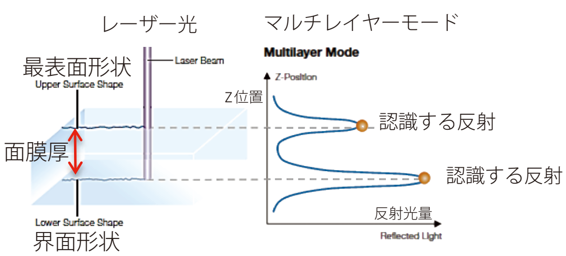


Fig. 2　マルチレイヤー機能の原理図
The Multi-Layer Function

■透明塗膜 / アルミニウム箔の観察
Observation of Transparent Coating Film/Aluminum Foil

アルミニウム箔上に透明塗膜（以下，塗膜）が施された試料の観察と計測を行った例を紹介します。試料の層構造を Fig. 3 に示します。アルミニウム箔は重合圧延により光沢面［AG］と艶消し面［AM］を持っています。光沢面の側の塗膜表面を［CG］，艶消し面の側の塗膜表面を［CM］と表記します。

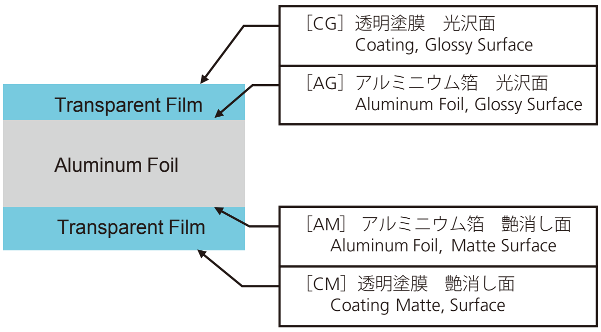


Fig. 3　透明塗膜 / アルミニウム箔の構造
Structure of Transparent Coating Film / Aluminum Foil

■ LSM による断面観察
The Cross-Sectional Observation by LSM

塗膜を上面として，光沢面側と艶消し面側からの LSM による断面観察像を Fig. 4 に示します。断面観察像における上の反射層が塗膜表面での反射です。下の反射層がアルミニウム面からの反射を捉えたものです。反射強度に応じて画像コントラストの濃淡をつけており，反射が強い場所を白くしています。断面観察における上の層と下の層の間の距離は膜厚を反映したものとなります。Fig. 4 では，塗膜表面と塗膜とその下のアルミニウム面を明確に捉えられ，さらに，光沢面における塗膜が艶消し面における塗膜の厚みよりも薄いことがわかります。

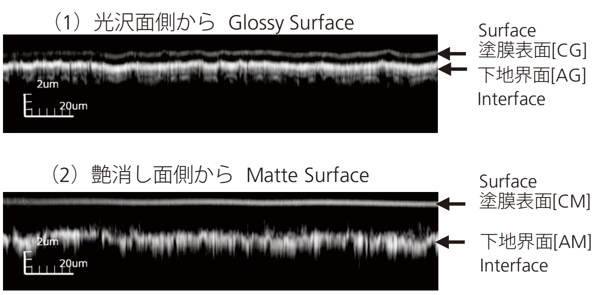
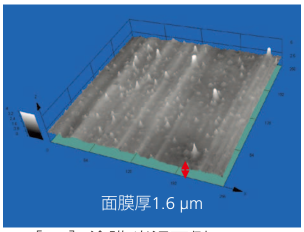


Fig. 4　塗膜 / アルミニウム箔の断面観察
Cross-Sectional Observation of Transparent Coating Film

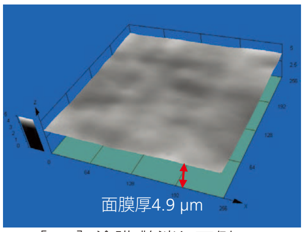
■マルチレイヤー 3D
Multi-Layer 3D

Fig. 4 の断面観察から，下地のアルミニウム面からのレーザー反射が塗膜表面からのレーザー反射よりも強いことがわかります。とくに光沢面側において顕著です。塗膜表面の観察を行ないたい場合，従来の方法では，アルミニウム面からの強い反射を捉えてしまうために観察が困難です。そこで，マルチレイヤー機能により塗膜表面と下地アルミニウム面を分離した観察を行ないました。

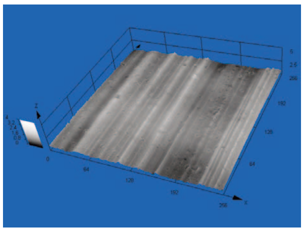
光沢面側と艶消し面側のそれぞれの界面のマルチレイヤー三次元（3D）形状を Fig. 5 に示します。マルチレイヤー機能により，反射強度によらずに塗膜とアルミニウム面のそれぞれの反射を分離して 3D 形状が得られています。



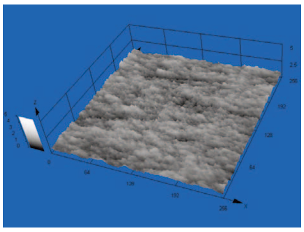
［CG］塗膜 光沢面側
Coating, Glossy Surface



［CM］塗膜 艶消し面側
Coating, Matte Surface



［AG］ アルミニウム 光沢面
Base, Aluminum Glossy Surface



［AM］アルミニウム 艶消し面
Base, Aluminum Matte Surface

Fig. 5　塗膜 / アルミニウム箔のマルチレイヤー 3D
Multi-Layer 3D of the Coating Film / Aluminum Foil

■面膜厚
Thickness over Surface

マルチレイヤー 3D で得られた塗膜面と下地面の高さの差分から塗膜の面膜厚が得られ，膜厚の面分布を知ることができます。

この塗膜の場合の面の平均膜厚は塗膜の屈折率を 1.5 とした場合，光沢面側の塗膜の平均面膜厚が 1.6 μm，艶消し面側の塗膜の平均面膜厚が 4.9 μm でした。断面観察でも得られた膜厚の違いを面膜厚測定で数値化できました。

■三次元表面性状パラメータ
Three-Dimensional Surface Texture Parameters

Fig. 5 のマルチレイヤー 3D から，光沢面と艶消しの側の塗膜表面の形状が異なることがわかります。光沢面における塗膜表面のスジ形状の位置とアルミニウム面のスジの位置が合致することから，塗膜表面の形状がアルミニウム面の形状に依存していることが推察されます。また，艶消し面における大きなうねり形状も下地のアルミニウム面のうねりを反映している様子が見て取れます。

このような三次元形状の違いを数値化する方法として三次元表面性状パラメータ（国際規格 ISO 25178）があります。

通常の線粗さパラメータは測定距離と高さの二次元の形状プロファイルから得られますが，二次元だけでは三次元の表面性状を本質的に数値化することが困難です。三次元表面性状パラメータは，立体的な三次元形状を数値化するパラメータです。これにより，いままで二次元では数値化が困難であった肌面の異方性などの表面性状の評価ができるようになります。

塗膜 / アルミニウム箔における形状の違いを三次元表面性状パラメータで数値化した結果を Table 1 に示します。光沢面と艶消し面における下地のアルミニウム面では，平均粗さ Sa，最大高さ Sz には顕著な差は認められませんが，Sal（最短の自己相関長さ），Str（表面性状のアスペクト比）などのパラメータ値に違いがあることがわかります。光沢面側と艶消し面側における塗膜表面では，Ssk（平均面からの高さ分布の偏り），Sku（クルトシス（表面の尖度））などに違いがあることがわかります。

■まとめ
Conclusion

従来，困難であった金属上の透明膜の観察と評価を 3D 測定レーザー顕微鏡 OLS4100 のマルチレイヤー機能により行いました。この機能により，透明膜の表面と下地材料のそれぞれの観察と三次元性状パラメータを用いた数値化，さらに膜厚の面分布の評価が可能となりました。

Table 1　塗膜 / アルミニウム箔の三次元表面性状パラメータ
Three-Dimensional Surface Texture Parameters of Transparent Coating Film / Aluminum Foil

	Sa [μm]	Sz [μm]	Sal [μm]	Str	Ssk	Sku
[CG] 塗膜 光沢面	0.15	3.12	49.14	0.38	1.18	10.34
[CM] 塗膜 艶消し面	0.09	0.74	86.72	0.55	0.13	2.74
[AG] 下地アルミニウム 光沢面	0.14	1.63	60.62	0.45	-0.02	2.97
[AM] 下地アルミニウム 艶消し面	0.16	1.60	9.4	0.19	-0.17	2.98

株式会社 島津製作所 分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

初版発行：2014年5月

3100-05402-510-IK
2014.5

> アンケート

関連製品

一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。

> OLS5500

3D測定レーザー顕微鏡

> OLS5100

3D測定レーザー顕微鏡

関連分野

> 石油化学

> 食品・飲料

> 価格お問い合わせ

> 製品お問い合わせ

> 技術お問い合わせ

> その他お問い合わせ