

Application News

No. S29

表面観察

包装フィルム内部の微小欠陥の迅速な検出と計測

はじめに

アルミニウム膜は遮光性能と防湿性能が高いことから樹脂フィルムと組み合わせて食品包装に多く用いられています。食品を長期保存するためには防湿が重要で、アルミニウム膜には破れや穴などの欠陥がないことが理想です。しかし、マイクロメートルサイズの欠陥である微小穴を見つけることは容易ではありません。

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ています。また非接触法であるために様々な試料の形状評価が高精度に行えます。

3D 測定レーザー顕微鏡は、レーザー観察に加え、カラー観察、簡易偏光カラー観察、微分干渉観察により観察目的に合わせて多彩な観察法が選択できます。本報では透過照明ユニットを組み合わせることで、包装フィルム内部のアルミニウム膜に開いた微小穴を迅速に検出し、微小穴の詳細な形状観察と計測を行なった結果を報告します。

T. Fujii

3D 測定レーザー顕微鏡 OLS シリーズ

3D 測定レーザー顕微鏡 OLS5000 の外観を図 1 に示します。この装置は波長 405 nm のレーザー光源と白色 LED 光源、および OLS 専用対物レンズを採用しています。これにより、落射照明によるカラー像と高分解能なレーザー観察像が得られます。さらに三次元 (3D) 形状計測や粗さ測定を非接触で行うことができます。



図 1 3D 測定レーザー顕微鏡 OLS5000

透過照明ユニット

透過照明ユニットを図 2 に示します。透過照明ユニットはコンデンサレンズを備えた透過照明台と光源、およびライトガイドから成ります。透過照明台は試料ステージ上に置きます。ライトガイドで導かれた光は照明台内部のミラーで上方に方向を変えます。この光はコンデンサレンズにより平行光となります。コンデンサレンズの上に観察試料を置くことで、通常の落射照明と透過照明を組み合わせた観察を行うことが可能となります。

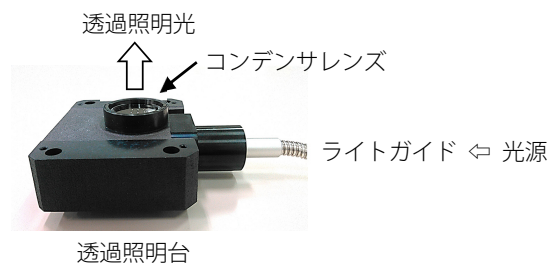


図 2 透過照明ユニット

包装フィルム

試料として、菓子用の包装フィルムを観察しました。この包装フィルムは内容物が密封される内面に透明樹脂フィルムがあります。包装フィルムの外側には印刷が施されたフィルムがあります。これらに厚さ 1.8 μm のアルミニウム膜があります。

微小穴と漏れ光の関係

包装フィルムの構造とアルミニウム膜にある微小穴と漏れ光の関係を図 3 に示します。アルミニウム膜を貫通した微小穴がある場合、印刷フィルム側からの透過照明光が微小穴から漏れ出します。この漏れ光を捉えることでアルミニウム膜にある微小穴の有無と場所が迅速に見出せます。透過照明光を透明樹脂フィルム側から照射した場合も、同様に漏れ光が観察できます。

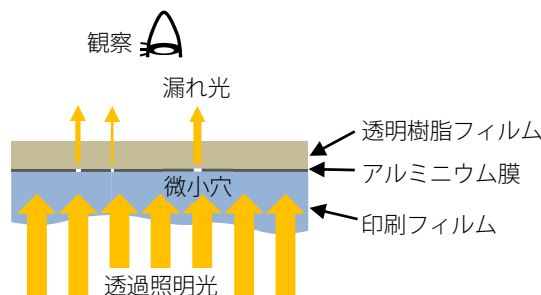


図 3 アルミニウム膜の微小穴と漏れ光の関係

アルミニウム膜上の微小穴の検出

落射照明と透過照明を併用してアルミニウム膜のカラー観察を行いました。観察は包装フィルム内面の透明樹脂フィルム越しにアルミニウム膜を観察しています。カラー観察像を図 4 に示します。落射照明は白色 LED、透過照明は赤い色成分を持つハロゲンランプを使用し、印刷フィルム側から照射しています。図中の矢印は、透過照明により赤く光った典型的な漏れ光を示します。

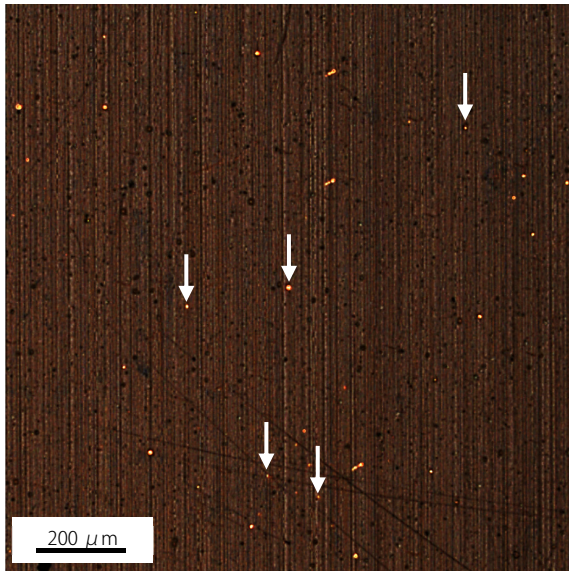


図4 透明樹脂フィルム越しに観たアルミニウム膜のカラー観察像 視野 1.6 mm²

検出したアルミニウム膜上の漏れ光の部位を観察中心とし、その真上にある透明樹脂フィルム最表面の形状観察を行いました。図5 (ア) に透明樹脂フィルム最表面の典型的な3D形状を示します。試料を裏返し、印刷フィルム側から透過照明を照射したときにも漏れ光の検出が行えました。このときの印刷フィルム最表面の3D形状を図5 (イ) に示します。図5 (ア) と図5 (イ) の観察中心には穴が無いことがわかります。従って、透明樹脂フィルムと印刷フィルムの最表面には穴がないこと、透過照明はアルミニウム膜を透過しないこと、および包装フィルムの構造から、検出したアルミニウム膜上の漏れ光はアルミニウム膜のみを貫通した穴からのものと考えられます。

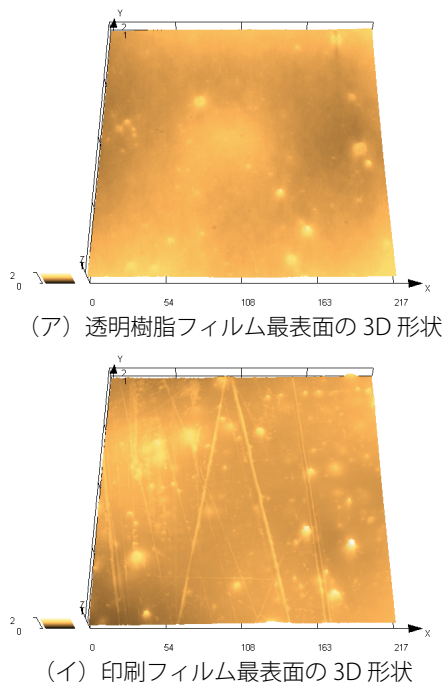
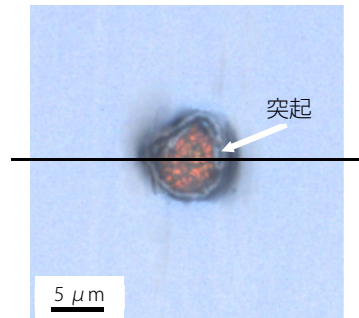


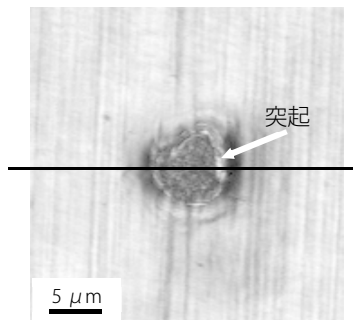
図5 フィルム最表面の3D形状

貫通穴の詳細観察と計測

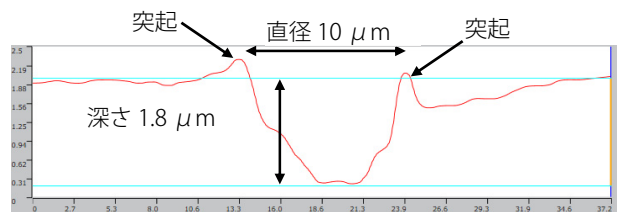
アルミニウム膜のみを貫通していることが判明した微小穴（以下、貫通穴）の拡大カラー観察像を図6 (A) に、拡大LSM観察像を図6 (B) に示します。形状プロファイルを図6 (C) に示します。観察は包装フィルム内面の透明樹脂フィルム側越しにアルミニウム膜を観察しています。図6 (C) から、この貫通穴の直径が10 μmであることがわかります。また、穴の深さは1.8 μmであり、これはアルミニウム膜の厚みと一致しました。さらに、観察面上方の穴の淵に包装フィルムの内面側に盛り上がった突起が認められます。非破壊での観察を行うことで、穴が発生したときの状況が究明できる可能性があります。



(A) 貫通穴の拡大カラー観察像 視野 37 μm²



(B) 貫通穴の拡大LSM観察像 視野 37 μm²



(C) 形状プロファイル

図6 貫通穴の観察と形状計測

まとめ

LSMと透過照明ユニットを組み合わせることで包装フィルム内部のアルミニウム膜上の微小穴を迅速に検出できました。さらにアルミニウム膜を貫通している穴の樹脂フィルムを通したLSM形状観察から、穴の淵に包装フィルムの内面側方向に盛り上がった突起があることがわかりました。