

ダストサンプラー検査システムの開発

1. 目的

落下塵埃検査シートであるダストサンプラー（図1）を用いたダスター100の商品化を目指しているが、検査シートに100 μm 以上の異物が付着していると、商品として販売できない。100 μm 以下の異物は検査が極めて困難であり、検査に時間がかかる。

そこで、50 μm までの異物を検出し、100 μm 以上の微小塵埃が検査シートに付着していないことを自動で確認できる検査システムを開発する。



図1. ダストサンプラー

2. 方法

ダストサンプラー検査システムは、検査シートの画像を高精度で取り込むスキャナと、スキャナを制御するTWAINドライバー、画像処理ソフトおよびコンピュータにより構成した。ユーザが使用するスキャナは光学解像度が600dpiであるため、それよりも高い精度で検査する必要があるが、解像度を上げすぎるとデータ量が急増し、検査時間も長くなるため、本開発では解像度を1200dpiとした。

この時の1ピクセル当たりの実サイズは21 μm であり、50 μm の異物は2.5ピクセルとなり、50 μm の精度を目指すためにはサブピクセルの検出処理が必要となる。サブピクセル処理は、可変閾値法で抽出した微小領域の輝度ヒストグラムのピークから領域の範囲を探索して閾値を求める処理手法を考案した。本手法の有効性を確認するために、同じ被検査物を6400dpiと1200dpiの解像度で取得し、それぞれの解像度で計測処理の比較試験を行い、その結果を基に感度補正を行った。

スキャナで取り込んだ画像には、検出すべき塵埃の他に、センサノイズ、気泡や干渉縞なども取得されている。低コントラストの塵埃が検出対象の場合、スキャナ内部の照明のむらやセンサの感度のばらつきが検出精度に影響を与える。また、検査シートと透明のカバーフィルムの間には発生する干渉縞は、コントラストが強く初期の可変閾値法による処理で塵埃の候補として抽出される。このため、これらの誤検出を避けるための処理プログラムを作成した。

異物のサイズ計測では、微小異物の過検出を避けるために感度を鈍らせると異物が途切れ、分割され

た状態で検出され、正しいサイズを計測できない場合があった。このため、検出された異物に対しさらに高い感度で再検出を行って、途切れ状態の修復を行い適切なサイズで異物を検出できる処理も追加した。修復前と修復後の異物を図2に示す。

また、サイズ等の算出に当たっては、ラベリング後の異物領域に対して外接四角形を取得し、縦横比、重心、長軸の長さの計算等を行った。図3に100 μm 程度の異物の計測例を示す。

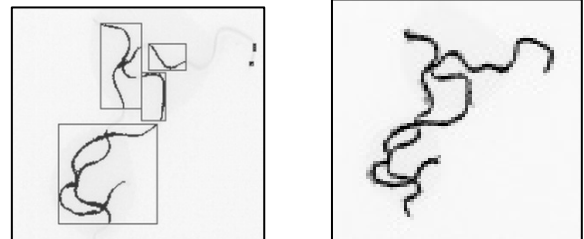


図2. 修復前（左）と修復後（右）



図3. 元画像（左）と計測結果（右）

3. 結果

同一異物を6400dpiと1200dpiの異なる解像度で取得し、サブピクセルの精度の検証を行った。表1に検証結果を示す。小さな異物では比較的良好な精度で検出できている。

検査シートには、気泡などが入り込み、それが原因で光学的な干渉縞が発生して検査に悪影響を与えるが、開発したシステムでは、干渉縞の影響を受けることなく、検査シートに付着する50 μm ～200 μm 程度の異物の自動識別が可能であった。

表1. サブピクセル処理の検証結果

画像番号	解像度	画素数	サブピクセル	正解サブピクセル
①	1200	27	15.7	12.16406
②	6400	346	346	
③	1200	5	3.9	3.621094
④	6400	103	103	
⑤	1200	6	3.9	3.65625
⑥	6400	104	104	