

Application News

No. S35

表面観察

3D 測定レーザー顕微鏡による形状の精密測定と検査の自動化

はじめに

部品や素材の形状測定と検査には、ミクロン、サブミクロン単位の精密測定が求められるものがあります。レーザー顕微鏡 (LSM) はミリメートルからサブミクロンまでの精密測定を非接触で高速に行える装置です。しかし、LSM を使用しても大量の精密測定を行うには多くの作業負荷が発生します。

今回、IC ピッチ変換基板の端子形状の精密測定をモデルとして 3D 測定レーザー顕微鏡 OLS シリーズの自動化機能を実証しました。

T. Fujii

3D 測定レーザー顕微鏡 OLS シリーズ

図 1 に 3D 測定レーザー顕微鏡 OLS シリーズの外観を示します。この装置は波長 405 nm のレーザー光と白色 LED 光を使用しています。共焦点効果を利用して、試料の各点の高さで焦点が合った高分解能な LSM 像が得られます。さらに、それぞれの高さで焦点が合った LSM 像を加算処理することで、すべての高さで焦点が合った LSM 像と三次元形状 (3D) 画像を得ることができます。これらの画像から幅と高さ測定や粗さ測定などの精密な形状測定を非接触で行うことができます。

OLS には、対物レンズの変換を電動で行う電動レボルバーと観察場所の移動を精密に行う電動ステージを備えています。



図 1 3D 測定レーザー顕微鏡 OLS シリーズ

IC ピッチ変換基板

試料とした IC ピッチ変換基板は、IC が実装される部分に 144 個の端子が 0.5 mm ピッチで並んでいます。IC ピッチ変換基板と端子を図 2 に示します。各端子は青枠で示しています。各端子の試料上での位置は座標として保存ができます。

端子の形状測定を行う上で次の課題を設定しました。

- 課題① 試料をステージ上に置く際に、厳密な位置合わせを必要としない。
- 課題② すべての端子の 3D 画像取得を自動で行う。
- 課題③ すべての端子 3D 画像から高さ (厚み) と幅の測定、および公差判定を自動で行う。

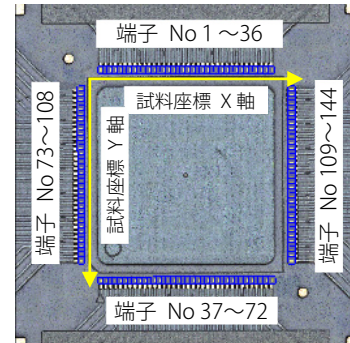


図 2 IC ピッチ変換基板と端子

自動化を実現させる機能

● アライメント調整と画像取得

ステージ上のまったく同じ位置に試料を繰り返して置くことは困難なため、課題①は重要です。課題①は、ステージ上に置いた試料に対し、アライメント調整を行うことで解決できます。アライメント調整は、アライメント X 軸 (基準軸) 上の 2 点とアライメント Y 軸 (垂直軸) 上の 1 点を試料を観察しながら指定することで簡単に行えます。試料を位置合わせを行わずにステージ上に試料を置いたときのアライメント軸と端子を図 3 に示します。アライメント調整後は試料側の座標系で電動ステージを動かすことができるようになります。アライメント調整後は図 2 の各端子の位置座標を利用することができます。

課題②は電動ステージによる各端子への移動と 3D 画像取得を繰り返して行うことで解決できます。

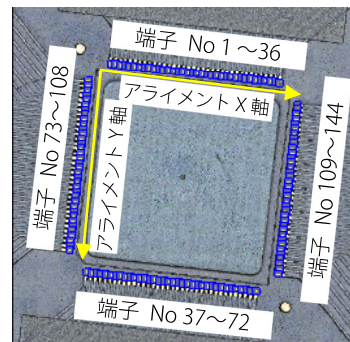
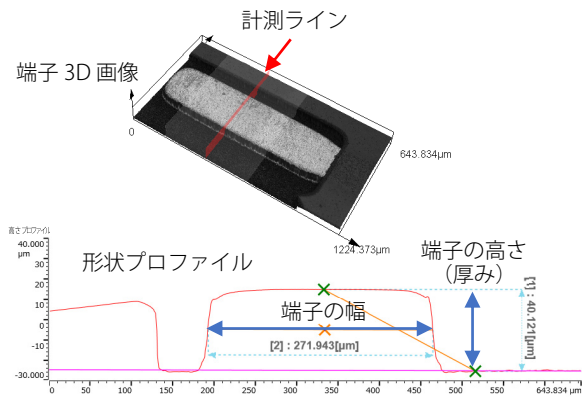


図 3 アライメント軸と端子

● 解析テンプレート

課題③は解析テンプレートで解決します。3D 画像に行った処理や測定内容を解析テンプレートとして保存ができます。保存したテンプレートをすべての 3D 画像に適用することで、同じ測定を自動で行うことができます。

今回の解析テンプレートに保存した、高さ (厚み) と幅の測定内容と公差を図 4 に示します。図 4 の形状プロファイル上の計測点は自動で検出します。また、測定値が公差内にあるかを自動判定します。

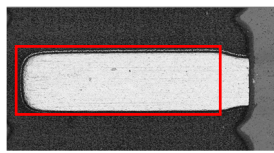


公差：高さ（厚み）40±3.00 μm、幅 275.00±5.00 μm

図4 高さ（厚み）と幅の測定内容と公差

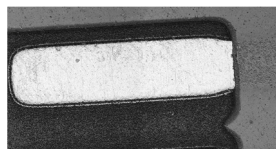
● 自動位置補正

観察した端子がいつも画像の中央に、かつ水平にあるとは限りません。このままでは解析テンプレートが適用できません。そこで、取得した3D画像に対して自動位置補正を行います。自動位置補正では、取得画像が基準画像に合うように位置（XY位置、回転）の自動調整を行います。解析テンプレートに自動位置補正を組み込むことで、常に端子の同じ位置で計測の実施が行えます。端子 No.109～No.144 の基準画像を図5に示します。図5に示す赤枠部を基準画像としています。自動位置補正前後の画像を図6に示します。図6では画像中の端子を自動で捉え、基準画像に合うように位置の補正が行われています。

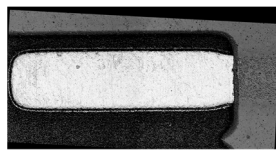


200 μm

図5 基準画像



自動位置補正前の端子画像



自動位置補正後の端子画像

200 μm

図6 自動位置補正前後の画像

● マクロ機能

端子の形状観察と測定の自動化は、マクロ機能を利用することで解決します。マクロ機能は、顕微鏡制御（倍率選択、画像取得と保存、座標移動など）や解析テンプレートなどの手順をコマンドリストにまとめ、自動的に実行する機能です。

測定者が異なる場合でも、マクロを利用することで、決められた観察・測定フローを自動で行うことができるようになります。マクロ画面を図7に示します。コマンドリストは、記録開始ボタンを押すことで、実際に操作した手順が記録・保存されていきます。開始ボタンを押すことで保存したマクロが実行されます。



図7 マクロ画面

■ 端子の形状観察・測定の自動化

以下の端子の形状観察・測定フローのコマンドリストをマクロとして作成し、実行しました。

- ・ 試料セット（手動）
- ・ 5倍対物レンズへの変換
- ・ アライメント作業（手動）
- ・ 端子座標読み込み
- ・ OLS専用20倍対物への変換
- ・ 観察端子へ移動 ← ループ
- ・ オートフォーカス
- ・ 3D画像の自動取得（貼り合わせ観察） ●
- ・ 5倍対物レンズへの変換
- ・ 観察終了
- ・ 解析アプリケーション起動
- ・ 解析テンプレート読み出し
- ・ すべての端子の3D画像読み込みと測定

ステージへの試料セットとアライメント作業以外はすべて自動で実行されます。

■ 結果

すべての端子形状の測定に掛かった時間は約140分でした。形状測定結果と公差判定の結果を表1に示します。公差判定は、高さ（厚み）と幅の測定値が、ともに公差内にある場合はOK、いずれか一方が、または、ともに公差外の場合はNGと判定されます。公差判定の結果、すべての端子の高さ（厚み）と幅が公差内にあることが検査できました。

表1 端子の形状測定と公差判定の結果

	高さ（厚み）[μm]	幅[μm]
平均	40.57	275.21
標準偏差σ	0.94	2.43
MAX	41.44	278.80
MIN	39.23	273.48
公差判定	OK	144個
	NG	0個

■ まとめ

3D測定レーザー顕微鏡OLSシリーズの自動化機能を用いることで、ICピッチ変換基板上の144個の端子の高さ（厚み）と幅の精密測定、および公差判定が自動で行えました。約140分の作業が無人行えることで、観察・測定と検査業務の効率化が行えました。