

## 金属加工面と透明な潤滑膜の 非接触・非破壊による形状評価

藤井 岳直

### ユーザーベネフィット

- ◆ OLS5100の面膜厚機能を用いることで、基材と透明膜を分離した膜厚3Dデータを得ることができます。
- ◆ 金属加工面と潤滑膜表面の表面粗さをはじめとする形状評価が非接触・非破壊で行えます。

### ■はじめに

加工表面の凹凸形状は最終製品の外観や性能に大きく影響しますが、一般的に金属の加工面は粗くなります。例えば、注射針では粗い金属加工面に透明なシリコン潤滑膜（以下、潤滑膜）を施し、できるだけ表面を滑らかにしています。注射針における金属加工と潤滑膜は製造におけるノウハウであり、表面粗さや潤滑膜の膜厚などの形状評価と管理は重要です。今回、評価に用いた3D測定レーザー顕微鏡 OLS5100 は、非接触・非破壊で表面の3D形状観察を行い、粗さ評価ができる装置です。金属加工面と潤滑膜表面を分離して形状画像を得る面膜厚測定もできます。本報では、面膜厚測定機能を用いた注射針の金属加工面と潤滑膜表面の形状評価の結果を報告するとともにOLS5100の有効性を紹介します。

### ■3D測定レーザー顕微鏡 OLS5100

3D測定レーザー顕微鏡 OLS5100 を図1に示します。本装置は波長405 nmのレーザー光を採用した高分解能な走査型レーザー顕微鏡（LSM）です。OLS5100は焦点が合った部分からのレーザー反射光のみを受光する共焦点光学系を有しており、非接触方式による3D形状観察ができます。3D形状から表面粗さ、段差、表面積、体積などの様々な形状評価ができることから製品検査に多く用いられています。さらに、OLS5100は、膜厚測定機能を用いることで潤滑膜などの透明膜の膜厚や界面層の3D形状観察ができます。



図1 3D測定レーザー顕微鏡 OLS5100

### ■面膜厚測定機能

照射レーザー光をX、Y、Z方向に走査することで最大3層までの界面構造を三次元データ化できます。これを膜厚3Dデータと呼び、膜厚3Dデータから各層に分離した3D形状が得られ、各層の形状評価を行うことができます。透明膜の三次元的な広がりや構造、膜厚などを解析する場合に有効な機能です。

### ■注射針と評価部位

試料として用いた注射針と評価部位を図2に示します。注射針は針管と刃先に分かれています。針管は外径部と内径部があり、刃先は3面にカットされています。

図2に示した外径部とカット面における金属加工面の表面粗さと潤滑膜の膜厚と表面粗さを評価しました。さらに、刃先に近い針管の金属加工面の線粗さ測定（赤矢印）を行いました。

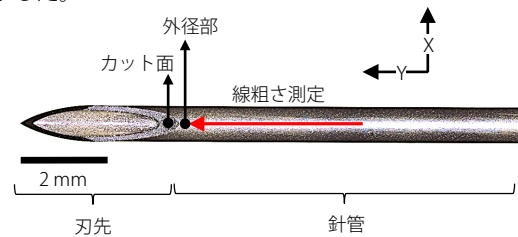


図2 注射針と評価部位

### ■最表面検出フィルター

一般的に透明膜のLSM観察は困難ですが、光路中に最表面検出フィルターを挿入することで透明膜表面の検出感度を上げられ、これにより透明膜の観察が可能となります。最表面検出フィルターを図3に示します。注射針の潤滑膜は透明体のため最表面検出フィルターを使用しました。



図3 最表面検出フィルター

### ■外径部の面膜厚測定結果

外径部の膜厚3Dデータを図4に示します。図4では外径部の金属加工面と潤滑膜表面が明確に分離できています。

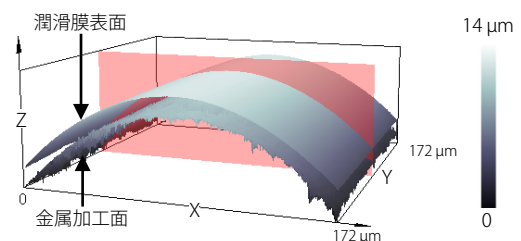


図4 外径部の膜厚3Dデータ

図4の全体の平均プロファイル（断面プロファイル）を図5に示します。

断層プロファイルにおいて、金属加工面と潤滑膜表面に挟まれた部分が潤滑膜です。シリコンの屈折率1.4を用いて得られた頂上部の潤滑膜の平均膜厚は2.9 μmです。

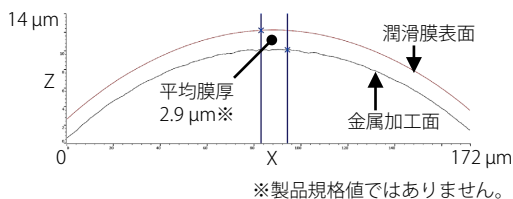


図5 外径部の断層プロファイル

### ■ カット面の面膜厚測定結果

カット面の膜厚3Dデータを図6に示します。カット面の断層プロファイルを図7に示します。膜厚が均一ではないことがわかります。図7からカット面全体の潤滑膜の平均膜厚は2.7 μmです。外径部とカット面の潤滑膜の平均膜厚はほぼ同じ値が得られました。

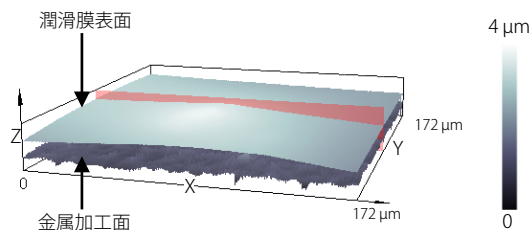


図6 カット面の膜厚3Dデータ

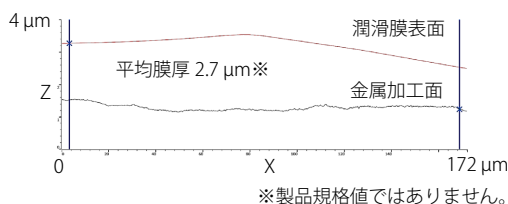


図7 カット面の断層プロファイル

### ■ 三次元表面粗さ

膜厚3Dデータから金属加工面と潤滑膜表面の3D形状に分離しました。外径部の3D形状を図8に示します。外径部は円柱形状のため平面化補正を行っています。カット面の3D形状を図9に示します。図8と図9から、それぞれの金属加工面と潤滑膜表面の三次元表面粗さにおける、算術平均高さ (Sa)、最大高さ (Sz)、山頂の最大高さ (Sp) を求めました。得られた三次元表面粗さ測定値を表1に示します。

### ■ 線粗さ

刃先近くの針管の長軸方向における金属加工面の線粗さを図10に示します。測定条件は、評価長さ4 mm、基準長さ (カットオフ波長) 800 μm (JIS B0633 : 2001) です。また、金属加工面のみを線粗さを求めるため、最表面検出フィルターを光路から抜いています。

OLSは、オリンパス株式会社またはそのグループ会社の商標または登録商標です。

図10から線粗さにおける、算術平均高さ (Ra)、最大高さ (Rz)、最大山高さ (Rp) を求めました。得られた線粗さ測定値を表2に示します。

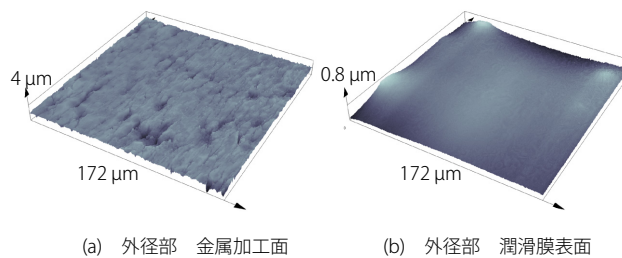


図8 外径部の3D形状

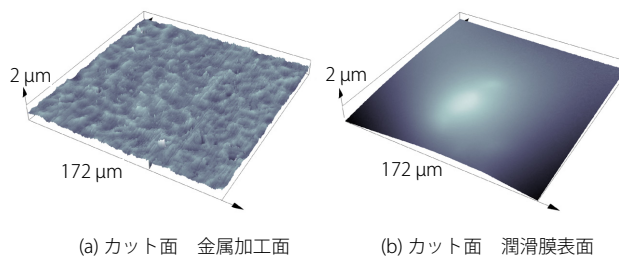


図9 カット面の3D形状

表1 三次元表面粗さ測定値※

三次元表面粗さ		Sa (μm)	Sz (μm)	Sp (μm)
潤滑膜表面	外径部	0.04	0.68	0.30
	カット面	0.19	1.79	0.77
金属加工面	外径部	0.13	2.35	0.63
	カット面	0.10	2.29	1.05

※製品規格値ではありません。

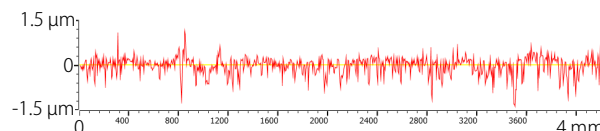


図10 針管の長軸方向における金属加工面の線粗さ曲線

表2 線粗さ測定値※

線粗さ	Ra (μm)	Rz (μm)	Rp (μm)
外径部	0.17	1.85	0.78

※製品規格値ではありません。

### ■ まとめ

OLS5100は、注射針の金属加工面と潤滑膜表面を分離した膜厚3Dデータを非接触・非破壊で取得して、それぞれの表面粗さ評価が行えます。膜厚3Dデータから潤滑膜の膜厚評価ができます。注射針の潤滑膜をはじめとして、透明膜を施した金属製品の表面粗さと膜厚の評価・品質管理に有用な装置です。