

白色干渉型三次元表面形状解析装置

キーワード：光干渉、表面形状、表面粗さ、超精密、非接触

はじめに

近年、オプトエレクトロニクスやマイクロエレクトロニクスに関する技術の高度化に伴い、各種の素子や部品等に要求される精度は年々高くなっており、その形状についても複雑なものが多くなってきています。これらの素子等は非常に高い精度で作られているので、その評価の際には傷等のダメージを与えないようにすることが要求されます。そのために非接触で高精度に形状や表面粗さの測定ができる装置が望まれています。

非接触測定の手法の中で光の干渉現象を利用した方法は測定感度がきわめて高く、これを応用した測定機がいろいろと開発されています。

ここでは、上記のような要望に対応するために当研究所に設置されている白色干渉型三次元表面形状解析装置を測定例を交えて紹介します。

光干渉計測

光の干渉現象を利用した非接触の形状・表面粗さ測定の原理について簡単に説明します。図1に示すように光源から出た光を分割して基準となる参照面と測定対象面を照射します。それぞれの面から反射されてきた光をスクリーン上で干渉させると、特定の条件のもとで干渉じまが発生します。このとき、利用する光がレーザのような単一波長の場合には明暗のしまに、多数の波長を含む白色光の場合には色のついたしまになります。

この干渉じまのスクリーン上の各点での強度は参照面と測定対象面での対応する点の高さ（光の進行方向の高さ）の差を反映したものとなります。そのため、得られた干渉じま画像を解析することにより、参照面（一般的に形状・表面粗さとも非常に高精度なものです）を基準とした測定対象面の形状あるいは表面粗さを高精度で求めることができます。

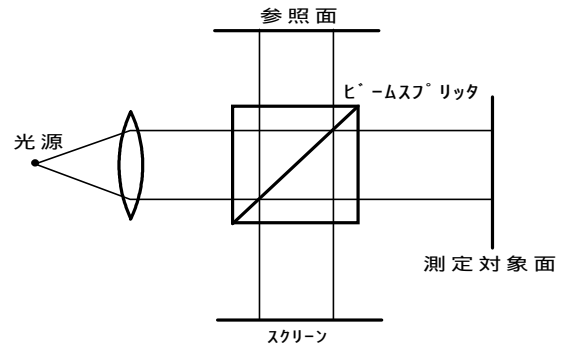


図1 光干渉計測説明図

装置の概要

本装置は米 Zygo 社製の NewView100 で、白色光源（およそ 450 ~ 600nm の波長帯域を利用しています）を用いた顕微鏡の型式をとっています。光学系のレイアウトを図2に示します。干渉計の機能を組み込んだ対物レンズをピエゾステージにより垂直方向に駆動させ、被測定面の高さ方向に走査しながら干渉強度データを受光部の CCD カメラを通して取り込みます。その後、周波数領域解析（FDA）と呼ばれる解析を行うことにより垂直方向分解能 0.1nm で、最大 100 μm の垂直段差を測定することが可能です。こ

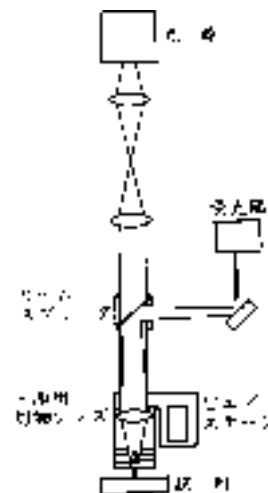


図2 光学系レイアウト

ここで、FDA とはフーリエ変換を利用して白色光に含まれる複数の波長に基づく計算を行う手法です。

対物レンズを交換することにより、適切な測定領域と水平方向（面内）分解能を選択することができます。なお、対物レンズを換えても高さ方向の性能は変わりません。また、顕微鏡による像を見ながら測定を行いますので、測定箇所を特定した上で評価を行うことができます。

主な仕様を表 1 にまとめて示します。データを取り込んだ後は、UNIXワークステーションにより各種の解析を行うことができます。装置の概観を図 3 に示します。

表 1 装置の仕様

測定原理	走査型白色干渉法
光源	白色光
試料観察	リアルタイムビデオモニタ
性能	垂直方向分解能 0.1nm (対物レンズによらない) 水平方向分解能 0.46μm~4.87μm (対物レンズによる) 測定可能最大垂直段差 100μm
測定領域	5.78mm×4.34mm~0.07mm×0.05mm



図 3 装置の概観

測定例

図 4 は無酸素銅をダイヤモンドバイトを用いて超精密切削した面の測定結果を三次元表示したものです。また、図 5 は図 4 の左右方向のある断面の形状を抽出した結果を表しています。30nm 程度の高さの切削条痕が観察されています。図 5 下部に表示されている数値は表面粗さに関するパラメータ (PV: 最大高さ、Ra: 算術平均粗さ、rms: 二乗平均平方根粗さ) ですが、この他にも空間周波数解析を含めて多数のパラメータを計算させることができます。

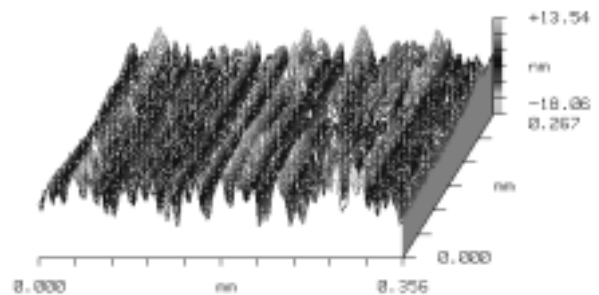


図 4 三次元測定結果 (銅の超精密切削面)

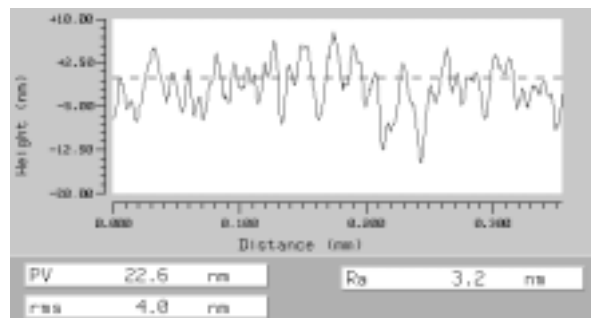


図 5 二次元粗さ結果 (銅の超精密切削面)

おわりに

接触式の測定機と違い測定対象にダメージを与えずに、比較的短時間で面としての高精度三次元評価ができることが本機の特長です。

高い精度が要求されている表面の形状・粗さ評価を行う際には、本機の利用をご検討ください。