

光学的微小段差校正技術の開発

計測標準研究部門 土井 琢磨

微小段差測定の実用性

近年、半導体素子の高集積度化、超精密ミラーや微小電気・光学素子の開発に伴い、ナノメートルオーダーでの非接触・非破壊の表面微細形状測定ニーズが急速に高まっている。また、計測データの互換性、普遍性、計測の信頼性確保のために国家標準にまで遡るトレーサビリティが重要になっている。これらのニーズに応え、各種表面微細形状測定機の高さスケール校正用微小段差標準片（＜200nm程度）を正確に値付けでき、長さ標準にトレーサブルな顕微干涉計を開発した（写真）。

長さ標準にトレーサブルな顕微干涉計

開発した顕微干涉計（二光束干渉顕微鏡）は、縞走査法を導入してい

るため、ナノメートル以下の分解能で試料の三次元形状を短時間で求めることができる。これまで、測定の基本スケールである干涉縞間隔は光源の半波長より僅かに大きくなるという問題があった。そこで、干涉縞間隔を実用上の長さ標準であるレーザー測長器で校正することによってこの問題を解決し、縞走査法によって段差試料の三次元形状から段差値を高精度に校正できるようにした（特許第3331370号 絶対スケール付顕微干涉計）。

顕微干涉計の測定原理と性能

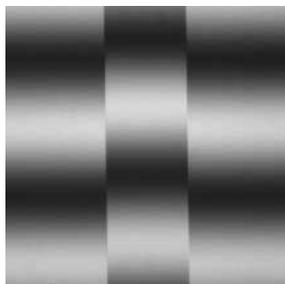
測定原理を簡単に説明する。図(a)は中央部長手方向に段差パターンをもつ試料に垂直に干涉縞を2本作ったときの顕微干涉計で得られる画像を示す。試料を顕微鏡の光軸方向に

走査すると、図(a)の干涉縞は上下に移動する。このときの干涉縞の移動量とレーザー測長器で実際に測定した走査量を比較することによって、干涉縞間隔を正確に校正できる。最終的に、縞走査法を用いて試料の三次元形状（図(b)）を求め、段差値が校正される。本装置の測定分解能と再現性はサブナノメートル以下を達成している。たとえば、段差値90nmを持つ試料を測定した際の拡張不確かさは0.57nmとなる。この値は、微小段差校正に求められる要求を十分満たしている。これにより、平成14年度から80nm～200nmの高さを持つ段差試料の依頼試験を開始した。

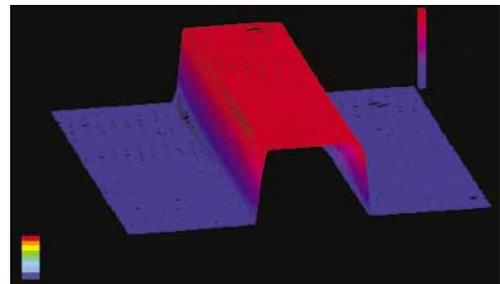
今後、装置の改良・測定データの解析を行い、より微小な段差測定にも対応する予定である。



●写真：長さ標準にトレーサブルな顕微干涉計



(a)



(b)

●図：(a) 顕微干涉計での段差試料像 (b) 測定された段差形状（段差 46nm）

触針式段差・深さ校正技術の開発

計測標準研究部門 直井 一也

「表面粗さ」と触針式表面粗さ測定機

産業界で稼働している様々な機械は、各種案内面や接合面を有している。これらの面の精度が運動精度や密着性に影響を及ぼし、機械の機能や性能を左右する。面の表面性状は、空間周波数の長いものを「うねり」、短いものを「表面粗さ」と呼ばれる表面性状パラメータで表現し、

表面粗さパラメータは、設計図面に加工精度の指示、あるいは加工された部品の評価などに用いる。

「表面粗さ」の測定には先端半径が2、5、10 μmの触針で表面を走査し、その動きの縦方向成分を差動トランスにより電気信号に変換して表面性状を測定する触針式表面粗さ測定機が用いられる。

触針式表面粗さ校正システムの開発

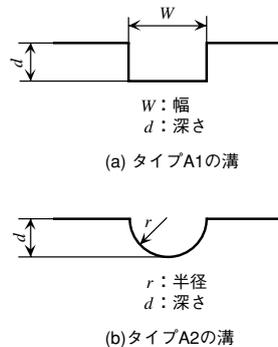
現在ISO9000シリーズに代表される品質システムにおいて、計測結果の信頼性を確保することが求められる。よって様々な検査において、国家標準と切れ目のない連鎖によって校正されている保証（トレーサビリティ）を持つ測定機器を用いることが必要である。

触針式表面粗さ測定機の校正では用途に応じて5種類の標準片を用いることが日本工業規格等に規定されている。縦方向成分の校正には図1に示すような深さ標準片が使用される。そこで、「表面粗さ」の依頼試験に対応するために、長さの国家標準であるレーザー光を直接用いて触針式表面粗さ測定機の校正を行い、深さ標準片に値付けするシステムの開発を行った。

レーザー干渉式校正システムと段差・深さ標準片の校正サービス開始

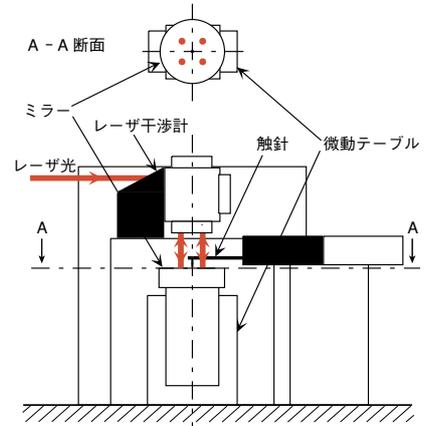
幾何標準研究室で開発したレーザー干渉式校正システム(図2)は触針式表面粗さ測定機の縦方向成分のスケールを直接レーザー干渉計で校正できる。このシステムは、ミラーをピエゾアクチュエータにより駆動し、この変位をレーザー干渉計と触針式表面粗さ測定機

により同時測定する。レーザー干渉計は4点の変位を測定し、4点の中央の変位を出力する。よって、ここに触針を置くことにより両者の値を比較し校正を行う。このシステムにより0.5~10 μmの校正範囲で、深さ標準片(段差標準



● 図1: 深さ標準片の溝の形状 (JIS B 0659-1:2002)

片にも対応可)の校正を行う依頼試験を開始している。現在は「表面粗さ」の依頼試験に対応すべく、基準案内の真直度や横方向成分のスケールの校正技術等の開発を行っている。



● 図2: レーザー干渉式校正装置

地熱資源の分布や性質を探る - 地熱資源図 -

地圏資源環境研究部門 阪口 圭一

地熱資源図

地熱資源は純国産のクリーンなエネルギーとして、より一層の利用拡大が期待される。地熱資源図は、地熱資源の分布状況や性質についての各種の情報(表)を地質基図上に示した図である。1993年から2001年まで、日本の主要な高温地熱地域の多くを含む5地域(図)を50万分の1地熱資源図(特殊地質図31シリーズ)として発行している。

地熱資源の分布や性質を探る上で有力な手がかりである温泉については、上記5図幅で約2700点を収録し、温度・化学組成などで区分したシンボルで表示している。そのほか、自然噴気(160点)、地熱井(700点)などの情報が表示されている。

また活断層や重力異常コンターなどの地質構造を示すデータも示し、単なる温泉分布図ではなく、地熱資源の分布・性質がどのような地質構造に支配されているかを考察できる図としている。

希望に沿ったデータの選択・表示が可能なCD-ROM版

2002年3月には、これまで発行した5図幅の地熱資源図の内容をGIS(地理情報システム)ベクトルデータとして1枚のCD-ROMに収録した

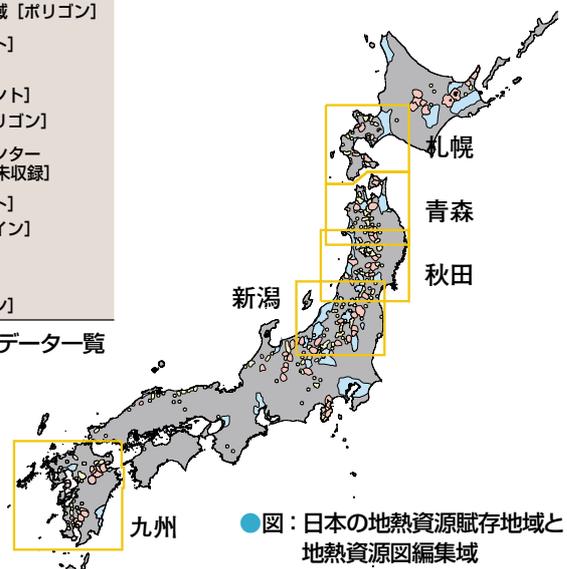
| カテゴリー | データ名 [GISデータのタイプ] |
|-----------------|--------------------------|
| 地熱調査・開発の情報 | 地熱発電所 [ポイント] |
| | 国による地熱調査地域 [ライン] |
| 地熱資源賦存地域 | 地熱資源賦存地域 [ライン] |
| | 地熱資源賦存地域 [ポリゴン] |
| 地熱資源の存在や性質を示す情報 | 地熱井 [ポイント] |
| | 温泉 [ポイント] |
| | 自然噴気 [ポイント] |
| | 熱水変質帯 [ポリゴン] |
| 重力の情報 | ブーゲー異常コンター [CD-ROMには未収録] |
| 地質の情報 | 活火山 [ポイント] |
| | カルデラ縁 [ライン] |
| | 活断層 [ライン] |
| | 断層 [ライン] |
| | 地質図 [ポリゴン] |

● 表: 地熱資源図に含まれるデータ一覧

「東北・九州地熱資源図 (CD-ROM版)」(数値地質図GT1)を発行した。付属のGISデータビューアを使えば、印刷図に近いイメージを得られるほか、ユーザの希望に沿ったデータの選択・表示が可能である。

● 地質調査総合センター
地質図カタログのページ

URL: <http://www.gsj.jp/Map/>



● 図: 日本の地熱資源賦存地域と地熱資源図編集域