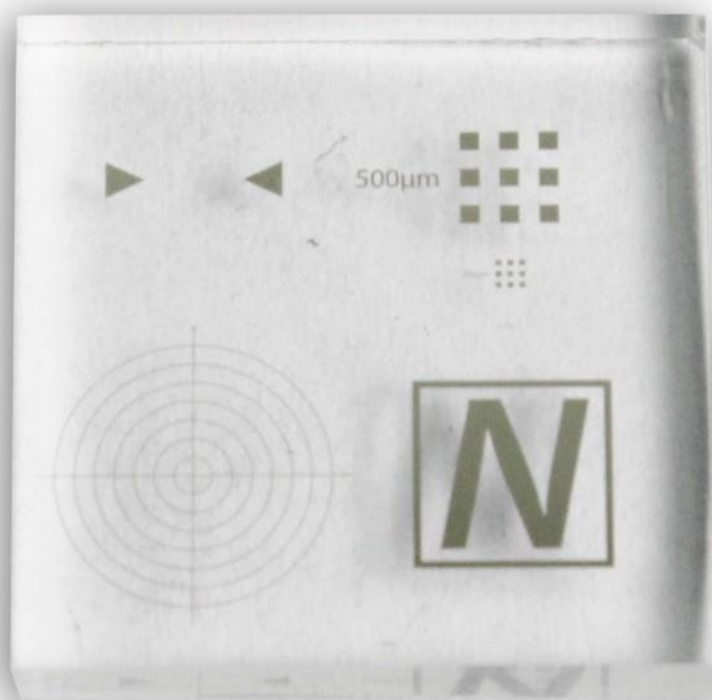


ガラスに加工した500nmの段差の測定  
非接触リアルNANO測定の精度



Prepared by  
Frank Liu

## はじめに

表面特性の把握は研究が非常に活発な新分野です。製品の表面が重要なのは、それが製品と環境との物理的、化学的な接点だからです。そのため、科学者にとって表面の詳細情報を観察し、高精度イメージ化することは非常に高い要求のデータとなります。一般的な表面のイメージ化データは、形状、平滑度、水平方向の寸法、垂直方向の寸法などです。表面のイメージ化で得られるデータの用途は表面の耐荷重性、製造された微細構造の隙間、段差の高さ、表面の欠陥などの判断になるでしょう。しかし、すべての表面計測技術が同じデータを取得できるわけではありません。

### ■AFM（原子間力顕微鏡）と比較したナノベアの非接触プロフィロメトリー

原子間力顕微鏡(Atomic Force Microscopy)はまさしく原子レベルで製品表面の詳細をマッピングし、計測するオングストロームレベルの垂直解像度をもっています。ナノベアの非接触光学技術はナノレベルの解像度を達成しながら、AFMと比較して多くの利点があります。例えば、ナノベアシステムは非接触なので、測定時に製品表面に影響を与えることはありません。非常に扱いが容易なので測定サンプルの準備やシステムのセットアップにかかる時間が最小限になります。測定のための走査時間は極めて短くなります。また、測定するサンプルを選ばないことも大きなメリットです。大きなXY軸水平方向の測定領域とある程度までのZ軸垂直方向のレンジを選択できることにより、ナノベアシステムではほとんどすべての製品の表面測定に使用できると言えます。ここではナノベアシステムの解像度を検証するために、小さな特徴的なくぼみをつけたサンプルを測定します。

### ■測定の実験目的

NISTでトレース可能な水晶の標準物質につけられた500nmのくぼみをPS1光学センサーで測定します。また、ノイズゼロでの測定のために、測定台はエアベアリングによるステージ動作をするHS2000モデルを使用しました。

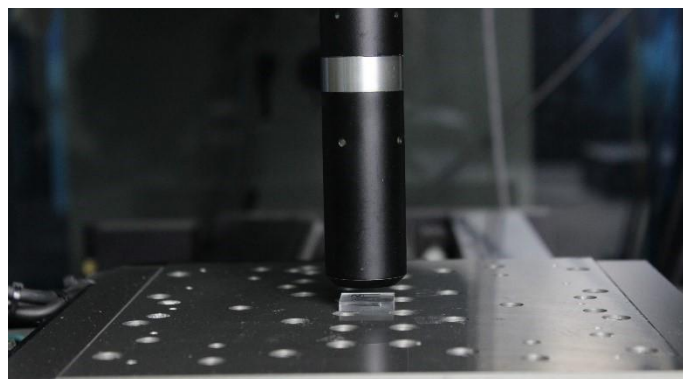


写真1 HS2000での測定セット図

測定のセットアップ	
装置	ナノベアHS2000 標準速度モデル
光学センサー	PS1レンズ (Zレンジ110μm)
スキャンサイズ	3mm x 1.5mm
ステップサイズ	0.9μm x 4μm
2Dプロファイルスキャン時間	h:m:s 00:00:04
3D領域スキャン時間	h:m:s 01:03:10

## 測定結果

### ■段差の高さ

ナノベアシステムで測定した高さのマップデータとスキャン領域の3D表示は以下のとおりです。500nmの段差は目視では識別不可能ですが、「リアルナノ3次元測定機」では、はっきり認識されています。測定された段差の高さである502.4nmは500nmでエッチングされた段差をほぼ正確に測定しています。この試験では領域スキャンを107回繰り返し、段差高さの平均値は全体の3D領域スキャン全域にわたって $502.5 \pm 12\text{nm}$ でした。

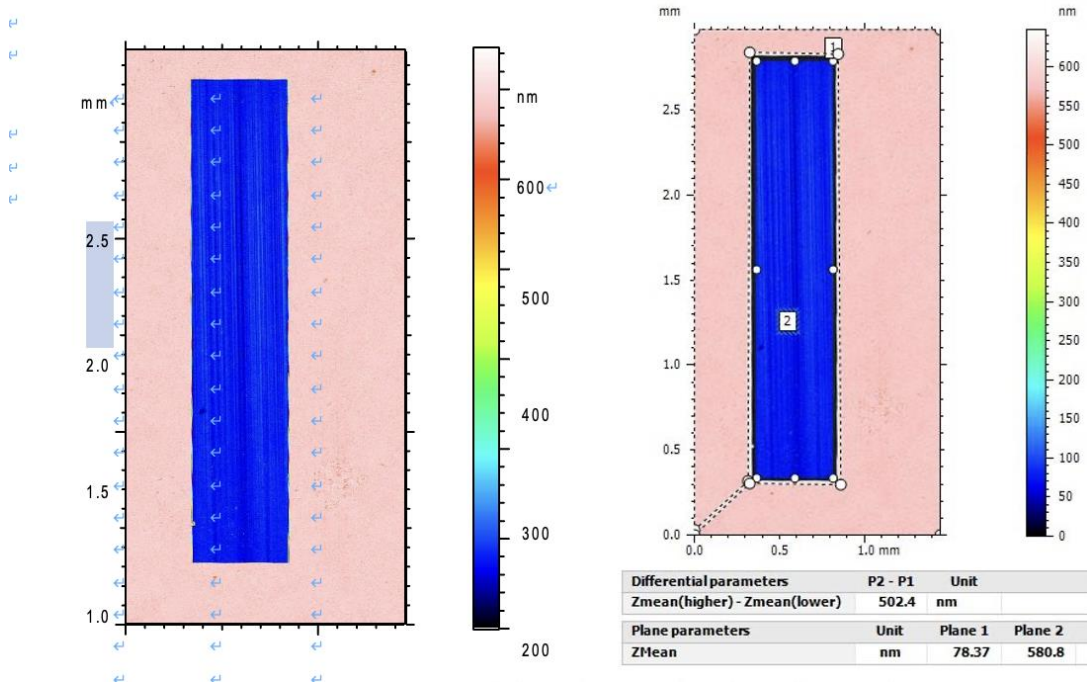


図2 高さマップ

3D段差高さ解析

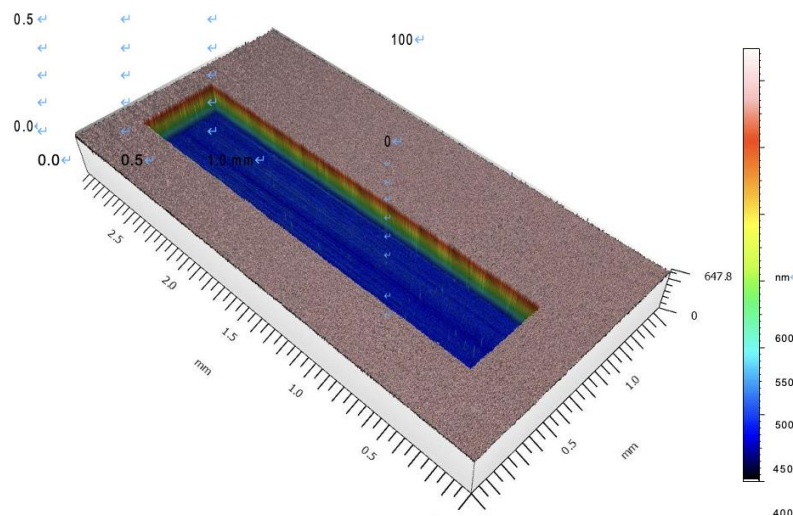
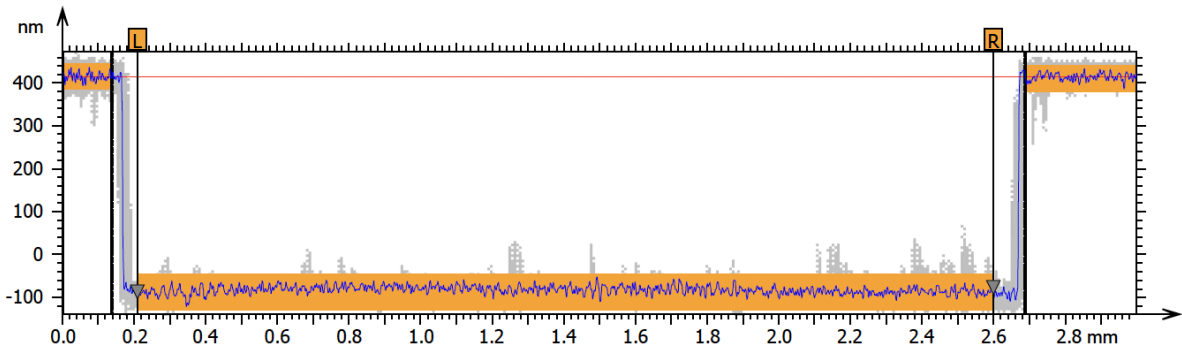


図3 段差標準の3d表示

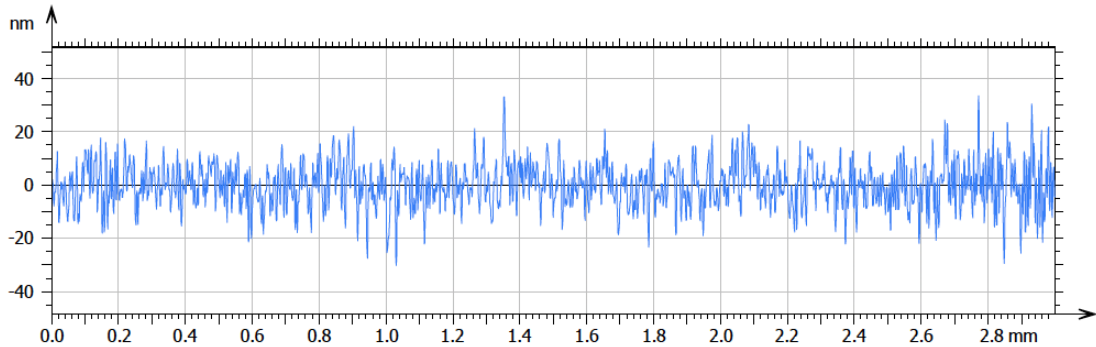


Information			
T-axis	Y-Axis Profile = 107.0		
Parameter display mode	Statistical results across the series		
Parameters	Stat.	Step 1	Unit
Mean height	Mean	502.5	nm
	Std dev	10.95	nm
	Range	55.48	nm

図4 段差解析の107回プロファイルの重ねグラフ

#### ■ノイズレベル

領域スキャンの生プロファイルデータは以下のグラフです。これが水晶の段差測定標準を測定した際のノイズレベルです。段差の高さデータはノイズがなければもっと簡単に識別可能となります。しかし、ナノベアのプロフィロメーターはノイズレベルが低いため、段差高さ500nmでは問題無く、同じノイズレベルであれば10nm以下まで測定可能なことがわかります。



ISO 4287			
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	6.361	nm	Arithmetic Mean Deviation of the raw profile.
Pq	8.130	nm	Root-mean-square (RMS) Deviation of the raw profile.
Pz	63.63	nm	Maximum height of the raw profile.
Pp	33.48	nm	Maximum peak height of the raw profile.
Pv	30.15	nm	Maximum valley depth of the raw profile.
Pt	63.63	nm	Total height of raw profile.
Pc	19.37	nm	ISO 4287 w/o amendment 2 Mean height of the raw profile elements.

図5 光学プロファイラの生データ

## まとめ

”リアルナノ 3次元測定機”は段差高さ500nmの標準物質のスキャンの際、垂直方向に十分な解像度があることがわかりました。段差の高さははっきり測定できており、測定値の $502.5\text{nm} \pm 12\text{nm}$ も高精度です。ノイズよりも大きな高さ情報は生データで識別可能です。これによりナノベアシステムの測定系は500nmよりもっと詳細な垂直解像度が達成可能なことを示しています。AFMなどの他の高解像度表面計測装置と比較すると、ナノベアクロマティック共焦点技術とゼロノイズを達成するHS2000ステージ（測定台）の組み合わせはほぼオングストロームレベルの垂直方向の解像度があると言えます。そして、ナノベアシステムは実際の測定時に効果のある多くの優位性があります。したがって、実際にオングストロームレベルの垂直高さを測定するので無い限り、ナノベアプロファイロメーターは操作の容易さ、早いスキャン時間、非接触式であること、そしてほぼすべての材料、表面で使用できることから、唯一無二の技術としておすすめできます。



〒274-0812 千葉県船橋市三咲7-22-7  
TEL:047-449-2961 FAX:047-449-2926