

1Pp113 原子間力顕微鏡データの表示・解析ソフトの開発

(広市大院・情報)

高取大輔[○]

(広市大・情報)

八方直久、藤原久志、田中公一、堀居賢樹

【序】 ナノスケールで表面微細構造を観察できる装置に原子間力顕微鏡 (AFM) がある。その表面形状を解析する方法として粒子解析がある。この解析では、ある閾値によりデータの2値化を行い、粒子とそうでない部分に領域の分類を行う必要がある¹⁾。しかし、表面形状が複雑・多様な場合、閾値の自動決定は難しく、解析者の癖による個人的誤差が大きくなってしまふのが問題である。

そこで本研究では、そのような粒子解析における閾値の決定を支援するため、データの可視化と解析機能を融合した表示解析ソフトを開発した。

【解析対象について】 本講座で解析したい対象は Ge/Si(100) ドットの AFM データである。作製方法は分子線エピタキシー法であり、基板温度、Ge 堆積量、アニール時間などの作製条件を変えることにより様々なドットを作製することができる。

【方法】1:表示 本ソフトはC言語 (開発環境: Microsoft Visual C++ 6.0) により作成した。データをポリゴンで高速に可視化するためにC言語のライブラリである OpenGL を利用した。例として、基板温度 475°C、Ge 堆積量 1[nm]、アニール 5 分で作製したサンプルの AFM データを表示させたものを図 1~3 に示す。観測範囲は 1×1[nm] であり、平坦な基板上に島状、主にドーム型のドット (直径: 10~120[nm]、高さ: 1~25[nm]) が形成されている。表示の形式には標準表示 (図 1)、カラーマップ表示 (図 2, 3) があり、どの場合も視点を自由に変えることができる。カラーマップでは様々な表面の状態に対応できるよう線形変換法 (図 2) と、ヒストグラム変換法 (図 3) の2種類を採用した。

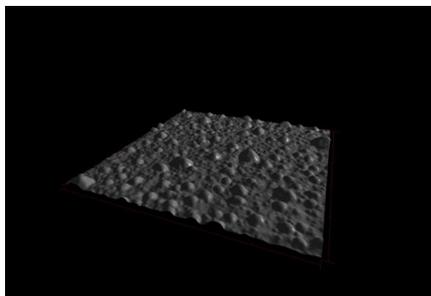


図 1 標準表示

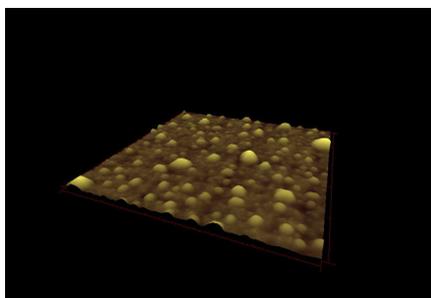


図 2 カラーマップ (線形変換)

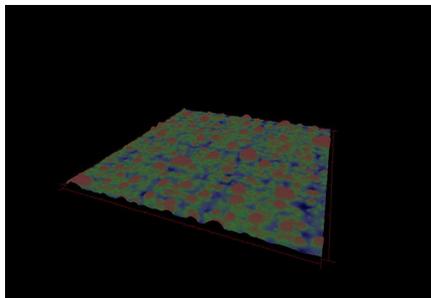


図 3 カラーマップ (ヒストグラム変換)

【方法】2:解析 粒子解析の様子を図 4 に示す。粒子と基板の境界を、画像解析で一般的に用いられるエッジ抽出の手法を応用して初期閾値を探すことにより、閾値決定の半自動化を実現した。より最適な閾値を設定するためには手動による閾値の微調整が必要となる。その際、三次元表示されたデータの画像と2値化したデータを連携させ、リアルタイムに2値化の状態を把握しながら閾値の微調整を行うことができたようにした。微調整の段階で、画像と数値処理の結果を比較しながら解析の操作を行えるため、解析者の経験的

な領域の分類も十分反映された結果を得ることができるようになった。

本ソフトでは、粒子解析により粒子の個数、高さ、直径、面積、体積を求めることができる。直径は粒子の底面が円であると仮定してその面積から算出している。解析結果はデータの分布を折線グラフ(図4②)、粒子の直径・高さの関係を散布図(図4③)で示すことができるようにした。また、現行のパソコン(CPU: Celeron™1.2GHz、グラフィックボード: GeForce3™)であれば、解析処理の速度は十分実用に耐え得るレベルにある。

【まとめ】本研究では表面観測装置で観察したデータを高速に表示し、粒子解析を効率的に行えるソフトを開発した。閾値決定の半自動化と、閾値

の微調整を三次元画像と連携して行うことにより粒子解析における結果の精度を高めることができた。

今後の課題として、データのノイズを除去するフィルタリング機能や、データの傾き・湾曲を矯正するフラット処理機能などを実装することが挙げられる。

なお、本ソフトは入力するデータを調整することによりAFMだけでなく、走査型トンネル顕微鏡などのデータも入力することが可能であり、汎用性をもたせた設計となっている。

【参考文献】

1. 尾崎弘, 谷口慶治, 1993, 画像処理(第2版) 共立出版 288

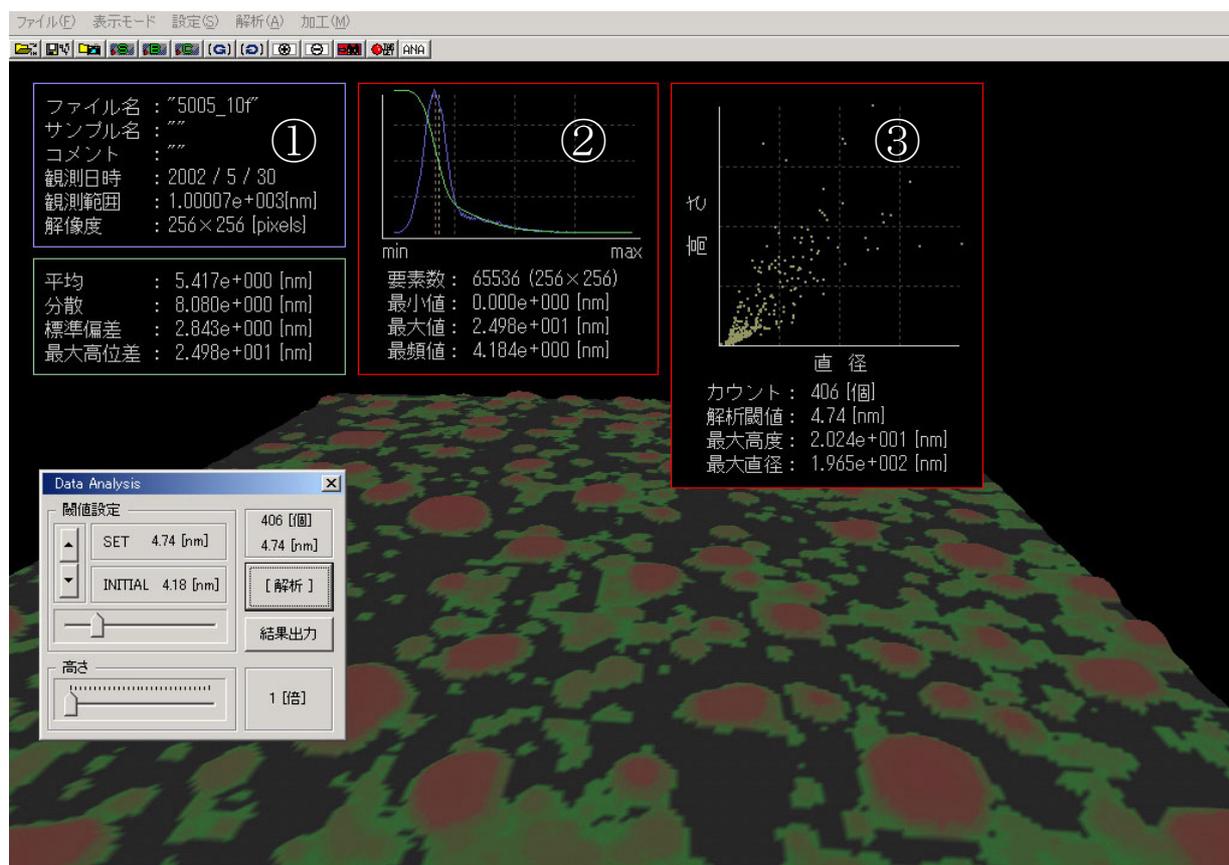


図4 粒子解析の様子

①データ情報 ②データ分布グラフ ③粒子解析結果散布図