

課題番号 : F-17-AT-0099
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : ダイヤモンド表面の原子間力顕微鏡による観察
Program Title (English) : Observation of diamond surface using atomic force microscope
利用者名(日本語) : 山口尚秀
Username (English) : Takahide Yamaguchi
所属名(日本語) : 国立研究開発法人物質・材料研究機構
Affiliation (English) : National Institute for Materials Science
キーワード/Keyword : ダイヤモンド、走査型プローブ顕微鏡、表面ラフネス、形状・形態観察

1. 概要(Summary)

ダイヤモンドは、ワイドバンドギャップ、高絶縁破壊電界、高移動度、高熱伝導率などの優れた特性から、次世代半導体材料として期待されている。

ダイヤモンドは、高温高圧法あるいは気相合成法(Chemical Vapor Deposition; CVD)によって合成される。特に、マイクロ波プラズマを用いた CVD 法は、ダイヤモンドのエレクトロニクス応用を目指した研究においてよく使われる。水素で希釈したメタンのプラズマ中に基板を設置することで、基板表面にダイヤモンドが堆積する。ダイヤモンド基板を用いることで、エピタキシャル成長も可能である。

研磨されたダイヤモンド基板の表面のラフネスは、 $R_a=0.5$ nm 程度である。このようなダイヤモンド基板の表面にエピタキシャル成長したダイヤモンドのラフネスも、一般に同程度かより大きな値となる。

しかし、表面にメサ構造をもつダイヤモンド基板を使い、極低メタン濃度で成膜することによって、ステップテラス構造を示す平坦なダイヤモンド表面を形成できることが、徳田らによって報告された(参考文献 1)。100 μm 四方内にステップがないような、極めて平坦な表面も形成できることが示されている。

このような平坦なダイヤモンド表面は、例えば横型の電界効果トランジスタなどの電子素子を作る場合に、その高性能化に役立つ。われわれは同様の方法で平坦なダイヤモンド表面を準備し、これを使った電界効果トランジスタの研究に取り組んでいる(参考文献 2)。本課題では、最大 125 μm 四方の走査範囲を有する走査プローブ顕微鏡 SPM2 を用いて、平坦化処理を行ったダイヤモンドの表面観察を目的とした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

走査プローブ顕微鏡 SPM2[SPM-9600_9700]

【実験方法】

ダイヤモンド表面にメサ構造をエッチングにより形成し、極低メタン濃度で CVD 成膜することで、原子レベルで平坦な表面をもつダイヤモンドを準備した。面方位は(111)である(参考文献 2 参照)。この表面を走査プローブ顕微鏡 SPM2[SPM-9600_9700]を用いて観察した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ダイヤモンド表面を観察したところ、ダイヤモンド(111)面のステップ高さ(0.21 nm)よりも大きなノイズが見られた。走査プローブ顕微鏡の設置環境(クリーンルーム内;ファンなどの騒音あり)のためと考えられる。Fig. 1は、ノイズ低減の条件を探るために測定した TiO_2 ステップ基板の表面の高さプロファイルである。

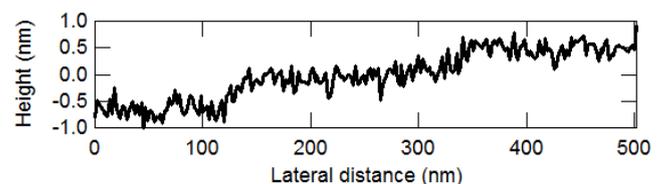


Fig. 1 Height profile of a TiO_2 substrate with steps.

4. その他・特記事項(Others)

参考文献

1. Tokuda et al. Appl. Phys. Express **2**, 055001 (2009); Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 090107 (2012).

2. Yamaguchi et al. Phys. Rev. B **89**, 235304 (2014).

謝辞

装置の操作方法等を丁寧に教えて下さった産総研 NPF の山崎将嗣様に感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。