水素プラズマ処理による原子的に平坦なダイヤモンド(111)表面の 選択的形成

Selective formation of atomically flat diamond (111) surface

by hydrogen plasma treatment

金沢大自然¹. 産総研エネ部門².JST,CREST³

O黒島裕貴 1. 徳田規夫 1,2,3, 牧野俊晴 2,3, 山崎聡 2,3, 猪熊孝夫 1

Kanazawa Univ. 1, AIST 2, JST, CREST 3

°Hiroki Kuroshima¹, Norio Tokuda¹,², Toshiharu Makino²,³, Satoshi Yamasaki²,³, Takao Inokuma¹

E-mail: kuro0429.glitch@gmail.com

【はじめに】ダイヤモンド半導体デバイスに用 いられるダイヤモンド膜の成長には、主にマイ クロ波プラズマ CVD 法が用いられている。そ の一般的なダイヤモンド膜の成長は、ソースガ スであるメタンを水素で5%以下に希釈した雰 囲気で行われる。その水素ガスはプラズマ中で 水素ラジカルとなり、ダイヤモンド表面に形成 される非ダイヤモンド成分の選択的なエッチ ングにより高品質なダイヤモンド膜の成長に 貢献する。また、その水素ラジカルは、非ダイ ヤモンド成分だけでなく、ダイヤモンドもエッ チングし、面方位依存性があることが報告され ている[1]。本研究では水素プラズマによるダ イヤモンドのエッチング機構の解明と制御を 目的とし、水素プラズマによるダイヤモンド (111)表面形態の変化を詳細に観察し、ステッ プからの優先的なダイヤモンドエッチングに よる原子的平坦ダイヤモンド表面の選択的形 成を狙った。

【実験】高温高圧合成 Ib 型単結晶ダイヤモンド(111)基板上にトレンチ構造を形成した試料を使用した。その試料はアリオス製 MPCVD 装置を用いて圧力 20kPa、投入電力 400W の条件で水素プラズマ処理を合計 100 時間行われた。処理前後のトレンチ表面を微分干渉光学顕微鏡 (OM) と原子間力顕微鏡 (AFM) で観察した。

【結果】Fig.1(a)に水素プラズマ処理前、(b)に処理後の OM 像を示す。水素プラズマ処理後のトレンチ表面は水素プラズマ処理前には観察されなかったバンチングステップと広いテラスが観察され、トレンチ形状が正方形から六角形へと変化した。Fig. 2(a)と(b)に水素プラズマ処理前後のダイヤモンド(111)表面のAFM像

をそれぞれ示す。水素プラズマ処理前の表面は 1.9 nm 程度のラフネスがあり、その表面 RMS は 0.165 nm であった。水素プラズマ処理後のトレンチ表面では三角形状のピットと平坦な表面が観察された。その平坦な表面の RMS は 0.029 nm であり使用した AFM のノイズレベルであった。そのピット深さは 0.21 nm であり、単原子ステップの高さと一致した。これらの結果から、水素プラズマによるダイヤモンド(111)表面のエッチングは異方性があり、ラテラルエッチングにより、原子的に平坦なダイヤモンド(111)表面の選択的な形成に成功した。

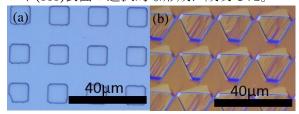


Fig.1. OM images of diamond (111) surfaces with the trench structures (a) before and (b) after the hydrogen plasma treatment for 100 h.

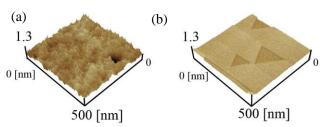


Fig.2. AFM images of diamond (111) surfaces on the bottoms of the trenches (a) before and (b) after the hydrogen plasma treatment for 100 h.

【謝辞】本研究の一部は科研費(24686074)と JST A-STEP の助成を受けて行われた。

【参考文献】

[1] C.-L. Cheng *et al.*, Phys. Rev. Lett. 78 (1997) 3713.