

Ni ナノ粒子を用いた原子的平坦ダイヤモンド上 1 次元ナノピット生成

Formation of one dimensional nanopit structures on atomically flat surfaces of diamond (111) by nickel nanoparticles

金沢大¹, 金大ナノマリ², (株)ダイセル³, [○]林 寛^{1,2}, 小林 和樹¹, 片山 まどか¹, 金子 雄飛¹, 市川 公善², 吉川 太郎^{2,3}, 松本 翼^{1,2}, 猪熊 孝夫¹, 山崎 聡², 徳田 規夫^{1,2}

Kanazawa Univ.¹, Kanazawa Univ. NanoMari.², Daicel Corp.³, [○]Kan Hayashi^{1,2}, Kazuki Kobayashi¹, Madoka Katayama¹, Yuhi Kaneko¹, Kimiyoshi Ichikawa², Taro Yoshikawa^{2,3}, Tsubasa Matsumoto^{1,2}, Takao Inokuma¹, Satoshi Yamasaki², Norio Tokuda^{1,2}

E-mail: kan-hayashi@se.kanazawa-u.ac.jp

【研究背景】 ダイヤモンドは特徴的な材料特性から、量子デバイス^[1]、パワー半導体デバイス^[2]など様々な応用研究が行われている。これらのデバイス応用には微細加工技術が重要となるが、ダイヤモンドは化学的に非常に安定な物質であるため加工が困難である。これに対して、イオン注入法やプラズマによるドライエッチング法などを駆使する事でマイクロ～ナノスケールでの加工技術が発展してきた。しかし、上記の加工技術はダイヤモンドのグラファイト化やダメージを誘発し、作製したデバイス特性に影響を与える事が明らかとなった^[3]。さらなるダイヤモンドデバイスの発展のためには、ダメージフリーなナノエッチング技術の開発が必要である。そこで、ダメージフリープロセスとして近年注目を浴びている Ni の炭素固溶反応を用いたダイヤモンドエッチングに着目した^[4]。しかし、Ni 炭素固溶反応を用いたナノスケールでのエッチングは未達成である。本研究では「Ni によるナノスケールエッチングは可能か？」という疑問を明らかにする事を目的とし、原子的平坦ダイヤモンド(111)表面 (AFS-diamond) 上に Ni ナノ粒子を作製し、その炭素固溶反応によるエッチング挙動の調査を行った。

【実験・結果】 メサ構造を持つダイヤモンド (111) 基板をラテラル成長モードにて成長させる事で AFS-diamond を形成した^[5]。AFS-diamond 上に Ni (1 nm)を真空蒸着し、H₂/Ar(4%)雰囲気下でアニールを行うことで、Ni 蒸着膜のナノ粒子化と炭素固溶反応によるエッチングを同時に行った。アニール後、Ni 除去のために熱混酸洗浄を行い、ダイヤモンド表面形態を原子間力顕微鏡 (AFM) により観測した。その結果、Ni ナノ粒子の炭素固溶反応により AFS-diamond 上に 1 次元ナノピットが生成された (Fig. 1)。本発表では、一次元ナノピットの生成メカニズムに関して詳細に議論する。本研究は金沢大学超然プロジェクト、科研費(No. 21K13866, 24K01344) の助成を受けたものである。

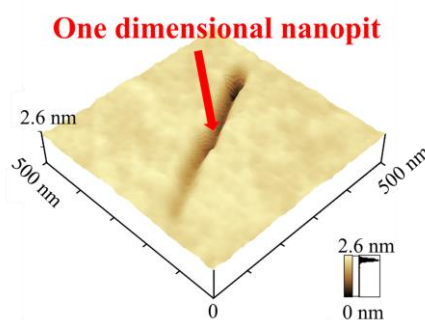


Fig. 1: The AFM 3D image of a one dimensional nanopit

[1] D. D. Awschalom *et al.*, Nat. Photon. **12**, 516(2018). [2] K. Kobayashi *et al.*, Diam. Relat. Mater. **593**, 153340 (2022). [3] Y. Yamazaki *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **46**, 60(2007). [4] W. Smirnov *et al.*, Appl. Phys. Lett. **97**, 073117(2010). [5] N. Tokuda *et al.*, Diam. Relat. Mater. **17**, 1051(2008).