

ニッケル中固溶炭素の析出を用いた自然剥離自立ダイヤモンド膜作製

Fabrication of self-separated freestanding diamond films

by precipitation of dissolved Carbon in Nickel

金沢大院自然¹, 産総研² °(M2)伊藤慎哉¹, (M1)叶田翔平¹, 松本翼^{1,2},

徳田規夫^{1,2}, 加藤宙光², 牧野俊晴², 小倉政彦², 竹内大輔², 山崎聡², 猪熊孝夫¹

Grad. School of Natural Sci. & Tech. Kanazawa Univ.¹, AIST²,

°Shinya Ito¹, Shohei Kanada¹, Tsubasa Matsumoto¹, Norio Tokuda¹, Hiromitsu Kato²,

Toshiharu Makino², Masahiko Ogura², Daisuke Takeuchi², Satoshi Yamasaki², Takao Inokuma¹

E-mail: se110902@stu.kanazawa-u.ac.jp

【はじめに】

ダイヤモンドは極めて高いキャリア移動度、絶縁破壊電界、熱伝導率などの優れた物性を有している。そのため、ダイヤモンドは次世代半導体デバイスへの応用が期待されている。次世代半導体デバイス実現のためには、大面積なダイヤモンドを低コストで成長する技術の開発が必要不可欠である。その解決策の一つとして、ヘテロエピタキシャル成長技術がある。ダイヤモンドの主なヘテロ基板材料として SiC、Ir、Ni が用いられている[1,2,3]。ヘテロエピタキシャル成長において、高コスト化につながる課題として、基板上に成長したダイヤモンド膜の自立化プロセスが必要であることと、自立化プロセスの際に基板を除去した場合に基板の再利用が不可能になることが挙げられる。我々はこの課題を解決するために Ni と炭素の固溶反応に注目した。Ni(格子定数:3.52 Å)はダイヤモンド(格子定数:3.56 Å)との格子不整合(1.14%)が最も小さい基板材料である。過去の報告では、Ni 上に高品質なヘテロエピタキシャルダイヤモンド粒子が得られている。本研究では、成長前に固溶炭素の飽和プロセスを用いることで、Ni 上にダイヤモンド膜を成長し、冷却中に Ni に固溶していた炭素をダイヤモンドとの界面にグラファイトとして析出させてダイヤモンド膜を自立化し、基板が再利用できるダイヤモンド製造法の実現を目指した。

【実験方法】

ダイヤモンドの成長には多結晶 Ni 基板を使用し、アリオス社製球型共振器構造マイクロ波プラズマ化学気相成長装置(MPCVD)を用いて実験を行った。前処理と成長には水素とメタンの混合ガスをを用いた。前処理として水素のみのプラズマ処理を 15 分、固溶炭素の飽和プロセ

スとしてメタン濃度 10%雰囲気でのプラズマ処理を 2 時間または 3 時間行った。成長プロセスはメタン濃度 0.5 または 1%雰囲気での 25 時間行った。すべてのプロセスを通して投入電力と圧力は 1500 W、20 kPa に制御した。作製した試料についてレーザ顕微鏡、ラマン分光法、X 線回折、ホール効果測定を用いて評価を行った。

【実験結果】

Fig.1 に成長前後の Ni 基板とダイヤモンド自立膜の写真を示す。成長前に固溶炭素の飽和プロセスを用いることで、Ni 上にダイヤモンド膜を成長することに成功した。また、冷却中に Ni に固溶していた炭素がダイヤモンドとの界面にグラファイトとして析出する現象を利用することで、ダイヤモンドを Ni から自然に剥離させることができた。

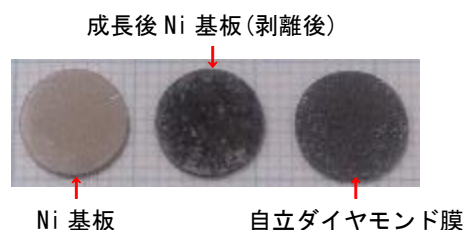


Fig. 1. A photograph of the Ni substrates and the freestanding diamond films.

【謝辞】

本研究の一部は金沢大学先魁プロジェクト、科研費(26600096)、JST マッチングプランナープログラムの助成を受けて行われた。

【参考文献】

- [1] J. Yaita *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **2015**, *54*, 04DH13
- [2] S. Washiyama, S. Mita, K. Suzuki, and A. Sawabe, *Appl. Phys. Express*, **2011**, *4*, 095502.
- [3] Y. Sato *et al.*, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A*, **1993**, *342*, 225-231.