

DC メタンプラズマ CVD 法による Si 基板上ナノダイヤモンド合成に関する研究

Nanodiamond synthesis on Si surface utilizing the dc methane/hydrogen plasma

九工大院¹, 宇部高専², 九共大総研³ ○内田 和希¹, 小林 友樹¹, 縄田 悠人¹,内藤 正路¹, 碓 智徳², 長井達三³, 生地文也³Grad. School of Life Sci. & Sys. Eng., Kyushu Inst. Tech.¹, National Institute of Technology, UbeCollege.², KKKU Res. Institute³, Kazuki Uchida¹, Tomoki Kobayashi¹, Yuto Nawata¹,Masamichi Naitoh¹, Tomonori Ikari², Tatsuzo Nagai³, Fumiya Shoji³

E-mail: uchida-kazuki@edu.life.kyutech.ac.jp

【1】 はじめに

これまで、メタン/水素混合ガスを原料とした低温プラズマを鉛直方向に柱状化し、これを高温 Si ウエハー表面に照射するとダイヤモンドが形成されることを報告してきた。今回は、プラズマシースにおけるナノダイヤモンド粒子合成と、これを利用した平坦なナノダイヤモンド薄膜合成を高温 Si 基板表面上で試みた。

【2】 実験方法および結果

CH₄/H₂=1.0%のガスを用い、磁気回路および熱電子源とアノードで構成される電気回路を使って、 1×10^{-1} Pa で励起した鉛直柱状プラズマを Si (100) 基板表面上に照射した。アノード電圧とカソード電圧および基板バイアス電圧に依存して、Si 基板表面直上に明瞭なプラズマシースが形成された(図 1)。基板温度 933°Cにおいて作製したプラズマ直下での薄膜の高分解能 TEM 観察結果からナノダイヤモンド粒子の集合体を確認された(図 2)。このようなナノダイヤモンド粒子はプラズマシースで成長したと考えている。また、基板からの熱輻射がシース空間における基本粒子の形態に影響を及ぼし、ナノダイヤモンドが形成されたと考えている。

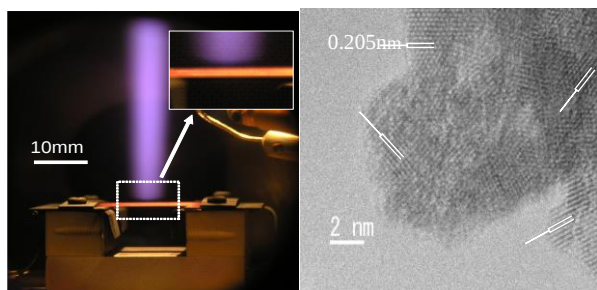


図 1 基板バイアス電圧 0V におけるプラズマシース、アノード電圧-電流 100V-50mA,

図 2 膜の HRTEM 写真, 膜作製条件:アノード電圧-電流 100V-50mA, 基板バイアス 0V, 基板温度 933°C

今回は、アノード電圧・電流を 100V・50mA にし、成膜条件を変えてナノダイヤモンド合成に取り組んだ。成膜条件を図 3 に示す。

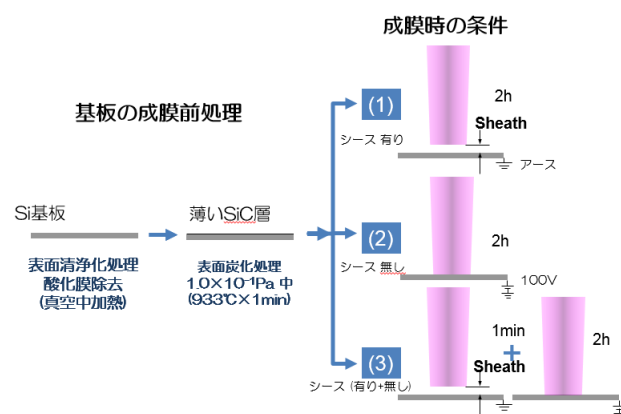


図 3 プラズマ直下でのナノダイヤモンド薄膜の合成条件

成膜条件 1 のシース有り 2 時間成膜では、粒径約 20nm 以下のダイヤモンド粒子からなる薄膜が合成できた。成膜条件 2 のシース無し 2 時間成膜では、粒径約 200nm 以下のナノダイヤモンド粒子からなる薄膜が合成でき、成膜条件 3 のシース 1 分形成後シース無し 2 時間成膜では、粒径約 80nm 以下のナノダイヤモンド粒子からなる薄膜が合成できることが分かった。

【3】 まとめ

基板温度 933°Cの Si 基板上では、シース有り 2 時間の成膜条件の下では、粒径約 20nm 以下のダイヤモンドナノ粒子からなる薄膜が合成できることを明らかにした。これらのナノダイヤモンド粒子は基板からの熱輻射を受け、プラズマシースで形成されて基板表面に堆積したと考えられる。今後、基板温度とシースを適正に制御すれば、さらに小さい粒径のナノダイヤモンドから成る薄膜を合成できると考える。