

光電子制御プラズマ CVD プロセスによるダイヤモンド薄膜合成 Synthesis of diamond thin films Using Photoemission-Assisted Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition

東北大多元研¹, 国際基督教大² ○川田 麻由梨¹, 尾白 佳大¹, 小川 修一¹

増澤 智昭², 岡野 健², 高桑 雄二¹

IMRAM, Tohoku Univ.¹, International Christian Univ.², ○Mayuri Kawata¹, Yoshihiro Ojio¹,

Shuichi Ogawa¹, Tomoaki Masuzawa², Ken Okano² and Yuji Takakuwa¹

E-mail: kawata@mail.tagen.tohoku.ac.jp

プラズマ CVD にて Si ウェハ上に成長したダイヤモンドはヒートスプレッドとしての応用が期待されている。また水素終端されたダイヤモンド表面は電子親和力が負 (NEA) となり, 高効率の電子放出源となる。そのため, ダイヤモンドの CVD 成長では直流放電プラズマが有用と考えられるが[1], NEA のダイヤモンド表面からの電子放出特性は未だ調べられていない。本研究ではダイヤモンド上および Si 基板上の放電特性の比較により, 直流放電プラズマにおける NEA 表面の有用性を検討した。

実験は光電子制御 (PA) プラズマ CVD 装置[2]を用いて行った。PA プラズマは, 基板上に 7.2 eV の紫外光を照射し, 放出された光電子を用いて紫外光照射領域のみに発生させた直流放電プラズマである。W フィラメント

CVD で成長させた多結晶ダイヤモンド基板に H₂ プラズマを照射して H 終端ダイヤモンド表面を形成したのち, H₂ および Ar 中において放電電流 I_p のバイアス電圧 V_B 依存を測定した。

ダイヤモンド/Si 基板表面における I_p - V_B 特性を図 1 に示す。真空中では $V_B = 20V$ 以上で電流値が飽和する。これは紫外光照射による光電子電流で, 光電子放出数は 1.7×10^{13} 個/s/cm² である。Ar 雰囲気中では V_B の増加と共に I_p が指数関数的に増加するタウンゼント放電が生じ, 280V で I_p が急増する。この I_p の急増はグロー放電が開始したことを示している。水素雰囲気中でも同様な傾向を示し, $V_B = 175V$ でグロー放電が開始する。Si 基板の I_p - V_B 特性と比較すると, 真空中での光電子放出数はダイヤモンド基板の方が 10 倍程多い。また, 水素雰囲気中でのグロー放電開始電圧はダイヤモンドの方が低い。これは Si 基板よりもダイヤモンド表面の方が電子の放出量が多いためと考えられ, 表面が NEA であると考ええると矛盾無く説明できる。また, PA プラズマ CVD で形成したダイヤモンドのラマンスペクトル (図 2 B) ではグラファイト由来のピークが W フィラメント熱 CVD で成長したダイヤモンド (図 2 A) より小さいことが分かった。

[1] 高桑雄二:特許第 3642385 号 (2000), [2] T. Takami *et al.*:
e-J. Surf. Sci. Nanotechnol. 7 (2009) 882.

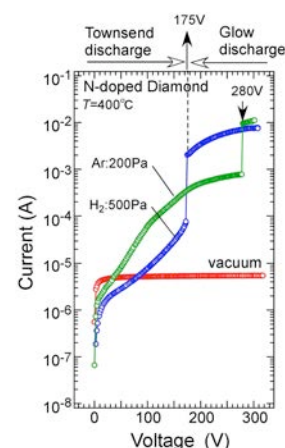


図 1 ダイヤモンド表面における V_B - I_p 特性

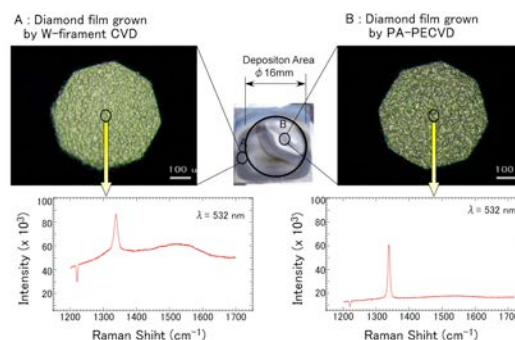


図 2 (A) W フィラメント CVD 領域と PA プラズマ CVD によるダイヤモンド成長領域の顕微鏡画像とラマンスペクトル。