

酸素終端 CVD ダイヤモンド(001)微斜面における 超音波処理効果

Effects of ultrasonic irradiation to oxidized vicinal (001) CVD diamond surfaces

大阪大学大学院工学研究科 ○川端 直人、毎田 修、伊藤 利道

Graduate School of Eng, Osaka Univ., °Naoto Kawabata, Osamu Maida, Toshimichi Ito

E-mail: n.kawabata@daiyan.eei.eng.osaka-u.ac.jp

1. 背景と目的

ダイヤモンド表面は酸素終端化された場合正の電子親和力(PEA)を、水素終端化された場合は負の電子親和力(NEA)を持つ。従って水素終端化ダイヤモンド表面近傍の伝導帯に存在する電子は(電荷中性条件が十分満たされれば)高い確率で固体外へ放出されるため、水素終端ダイヤモンドは高効率電子放出デバイス等への応用が期待されている。しかし、水素終端ダイヤモンド表面の大気中の安定性は低い。一方、酸素終端化表面に局所的に圧力印加すれば、2次電子放出量が水素終端表面と同程度に回復することが報告されている¹⁾。

本研究では、酸素終端単結晶 CVD ダイヤモンド表面への超音波ホモジナイザーを用いた超音波の照射(印加)による電子放出率の変化を調査した。

2. 実験

マイクロ波プラズマ CVD 法により HPHT ダイヤモンド(001)結晶基板(オフ角 5°)上に CH₄ 濃度(CH₄/H₂+CH₄ 比) 4%、基板温度 1010°C でアンドープ層を 5 時間成長させた。過塩素酸処理により一旦酸素終端化した後、エタノール溶液中で超音波処理(40 kHz)を施した。当該液中超音波印加により、液中でキャビテーションが生じ、それに伴う圧力をダイヤモンド試料に対し印加した。当該液中圧力に関する情報を得るため、水液中の超音波印加による瞬時圧力も別途測定した。当該超音波照射処理した試料について電子線照射時の 2 次電子放出率を計測した。

本研究では 2 次電子放出率として、走査型電子顕微鏡(SEM)の異なる入射電子線電流値 I_{in} で観測される出力電圧値 V_{out} に対して、 $V_{out} = \alpha I_{in} + \beta$ の関係が成立すると仮定し、その 1 次微係数 α を 2 次電子放出率と定義した。試料上の 150 × 150 点(約 2 × 2 mm²)の種々の状態における 2 次電子放出率を求めた。

3. 結果と考察

図 1 に、水中における超音波印加時の瞬時圧力の超音波出力依存性を、図 2 に液中超音波処理後の 2 次電子放出率 α の試料内分布を示した。図 1 より、超音波ホモジナイザーの出力振幅

(Amplitude)が 22%近傍の場合、比較的高い圧力が得られたため、この条件を採用し超音波処理を行った。

図 2 から、2 次電子放出率の平均値が超音波処理後減少し、計 20 分の処理以降余り変動しなかったのに対し、その標準偏差は 10 分の超音波処理では殆ど変化しないが長い処理時間超音波処理後は減少することが分かった。また、一連の超音波処理の後に行った再酸素終端後の 2 次電子放出率は、1 度目のものより平均値、標準偏差共に小さい値となった。

以上のことから、液中の超音波処理によりダイヤモンド表面の酸素終端状態が安定化、均一化されることが示唆される。他の圧力印加効果については、当日報告する。

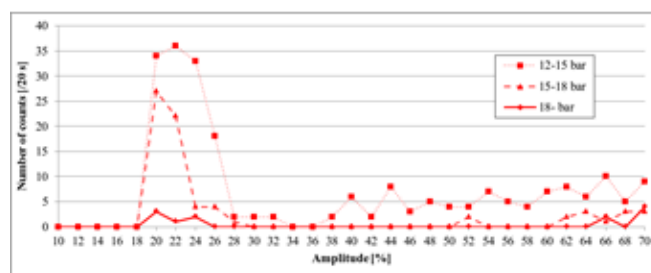


図 1. 水中の瞬時圧力分布の超音波照射出力依存性

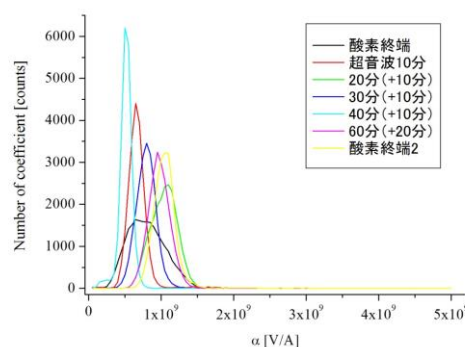


図 2.2 次電子放出率 α の分布(頻度)の表面処理依存性

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金(26600085)の援助により実施された。

参考文献

- 1) 中村純：博士論文(大阪大学) 2006 年