

マイクロ波水素プラズマ化学輸送法による ダイヤモンド合成プロセスの開発

Development of diamond synthesis process

by microwave hydrogen plasma enhanced chemical transport

阪大院工, °東後 篤尚, 山崎 聡士, 垣内 弘章, 安武 潔, 大参 宏昌

Osaka Univ., °A. Togo, S. Yamazaki, H. Kakiuchi, K. Yasutake, and H. Ohmi

E-mail: tougo@ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp / ohmi@prec.eng.osaka-u.ac.jp

1. 緒 言

我々は、廉価な固体炭素原料（木炭等）からダイヤモンドなどの機能性炭素膜を作製する手法として、マイクロ波水素プラズマ化学輸送法(MHPECT)の適用を目指している。天然素材である木炭等の固体炭素原料からダイヤモンド膜形成の実現のためには、MHPECT法におけるダイヤモンド合成条件を把握する必要がある。そこで本研究では、本手法におけるダイヤモンド合成の可否と合成に必要な条件を見出す事を目的として種々の実験を行った。今回は、固体炭素原料として、その特性が良く規定されている工業用グラファイトを用いた。本報告では、その結果について述べる。

2. 実験方法

ダイヤモンドの合成には、基板としてダイヤモンド砥粒により傷つけ処理を行った p 型 Si(001)(25×25 mm²)を用いた。また、固体炭素原料として高純度グラファイトを用い、電極先端に設置した。チャンバー内を真空排気した後、水素を所定の圧力まで導入し、電極に 2.45 GHz のマイクロ波を印加することで、グラファイト原料と基板の間に形成された 0.5 mm の放電ギャップにプラズマを生成した。今回は、成膜パラメータとして、投入電力が形成される炭素膜に与える影響に着目した。実験後の形成炭素膜の表面・断面形態を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察し、得られた生成物の結晶構造を顕微ラマン分光法により評価を行った。また種々の炭素の原料(木炭、アモルファスカーボン、グラファイト)に対する水素プラズマによるエッチング特性をエッチング量、生成ガス種という面から評価した。

3. 結果及び考察

圧力を 200 Torr、基板温度を 800°C とし、投入電力を 150–300 W と変化させて成膜を行った。得られた膜の顕微ラマンスペクトル及び表面 SEM 像を図 1、図 2 に示す。図より、150 W で作製した炭素膜では、D バンドと G バンドなどの非ダイヤモンド成分に起因するピークが顕著であることが分かる。一方、200 W 以上とすることで、ダイヤモンド成分に起因するピーク（ラマンシフト 1333 cm⁻¹）が観測された。また、電力増加に伴って、グラファイト原料のエッチング量は減少することが明らかとなった。これは、プラズマ加熱による原料温度の上昇が顕著となり、グラファイトエッチング速度が最大となる温度を超え、これによりエッチング量が減少したためと言える。以上のことから、投入電力の最適化はもちろんのこと、原料から生成される炭化水素ガス濃度の最適化することが、ダイヤモンド成分を高める上で重要であることが分かった。

4. 結 言

固体炭素原料であるグラファイトからダイヤモンド膜の合成のため、マイクロ波水素プラズマ化学輸送法の適用を試みた。その結果、グラファイトからダイヤモンド成分を含む膜の合成に成功した。今後は、条件の最適化により一層の高品質化を目指す。

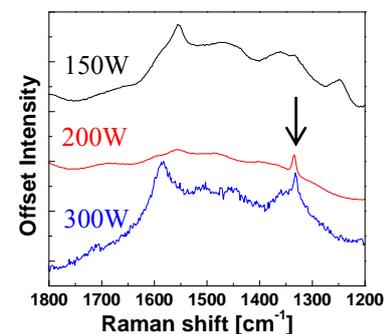


Fig.1 Raman spectra of diamond films as a function of input power

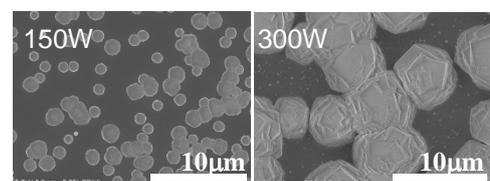


Fig.2 SEM image of diamond films