

L-66

マグネトロンスパッタリング法による水素フリーダイヤモンド状炭素薄膜の生成

Deposition of H-free diamond-like carbon films by Method of Magnetron sputtering

○坂本良平¹, 磐瀬暢², 胡桃聡³, 鈴木薫³

*Ryohei Sakamoto¹ Toru Iwase², Satoshi Kurumi³ and Kaoru Suzuki³

Abstract: Diamond Like Carbon (DLC) is an amorphous carbon. It has various features such as high hardness, abrasion resistance, low coefficient of friction and more. The hydrogen-free DLC thin film has high heat resistance. Magnetron sputtering method is one of physical vapor deposition method. Which can be synthesized hydrogen-free DLC films. We in this study report the properties of DLC film growth by magnetron sputtering method.

1. はじめに

ダイヤモンド状炭素(Diamond Like Carbon:DLC)はダイヤモンド結合とグラファイト結合の両方の結合が混在しているアモルファスであり、この DLC の特徴は、高硬度、耐摩耗性、低摩擦係数、赤外線透過性などが挙げられる。また、生成時の条件により、電気的、光学的特性を調整できる事が期待され、これにドーピングを行い、半導体としての利用も試みられている。DLC の成膜の方法として、Chemical Vacuum Deposition(CVD)法と Physical Vapor Deposition(PVD)法が挙げられる。CVD 法で DLC 薄膜を成膜する場合、主に炭化水素を原材料として使用する。そのために、生成した DLC 薄膜内に水素が含まれる。ドーピングをする際にアニール処理をする必要があるが、薄膜内に水素が含まれていると高温化にさらした場合、膜が脆弱化してしまう。耐熱性を上げるためには、膜内に水素ができるだけ少ない方が好ましい。PVD 法の一つであるマグネトロンスパッタリング法は、薄膜の生成が可能である。従来のイオンスパッタリング法は真空チャンバー内に成膜したい物質をターゲットに用いて、高電圧をかけ、イオン化させたガスをターゲットに衝突させることでターゲット表面の粒子が飛ばされ、その粒子が基板に堆積する事で成膜を行う。一方マグネトロンスパッタ法は、ターゲットの裏面に強い磁力を持った磁石を用いている。磁石の磁力線に沿って高周波(RF)電源により電離したイオンをターゲットに当てることで、ターゲットの粒子を飛ばし基板に堆積させる事で薄膜の形成を行う。この時、ターゲットに衝突した二次電子をサイクロトロン運動で不活性ガスのイオン化を促す事ができ、成膜速度を高速に行える利点がある。炭素源として、水素フリーである高純度の炭素ターゲットを用い、雰囲気ガスでアルゴン(Ar)を用いる事で薄膜内の水素フリーが実現可能である。よっ

て、今実験では PVD 法のマグネトロンスパッタリング法を用いて DLC 薄膜を成膜し、その特性を検討した。

2. 実験方法

今実験で使用するマグネトロンスパッタリングの概略図を Fig.1 に示す。真空中で、Ar ガスを注入し、RF 電源により Ar ガスを電離させプラズマを発生させる。電離した Ar イオンが、炭素ターゲットの背面に設置された磁石の磁力線に沿ってターゲットをスパッタし、炭素粒子が飛ばされる。その粒子が上部に設置されたシリコン(Si)基板(20 mm × 20 mm)に堆積する事で薄膜を形成する。Fig.1 のターゲット—基板間距離を 10 mm ~ 30 mm まで 5 mm 刻みで変化させ、その他の成膜条件は表 1 に示す。

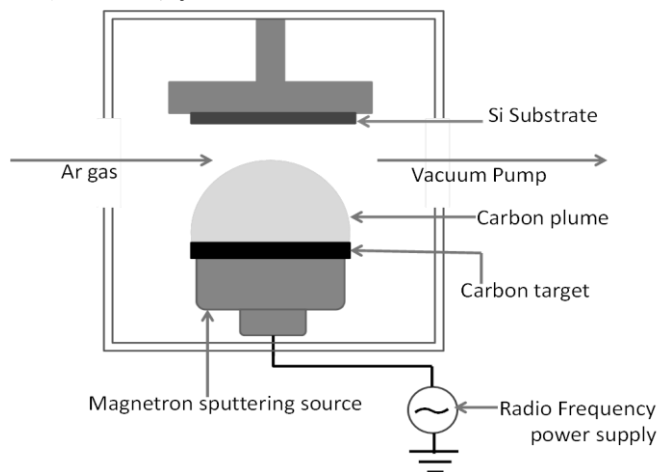


Fig.1 Magnetron sputterer

Table.1 Deposition conditions

RF power	200 [w]
Air	3.0×10^{-3} [torr]
Ar flow	50 [sccm]
Deposition time	60 [min]
Distance between target and substrate	10, 15, 20, 25, 30[mm]

3. 結果と検討

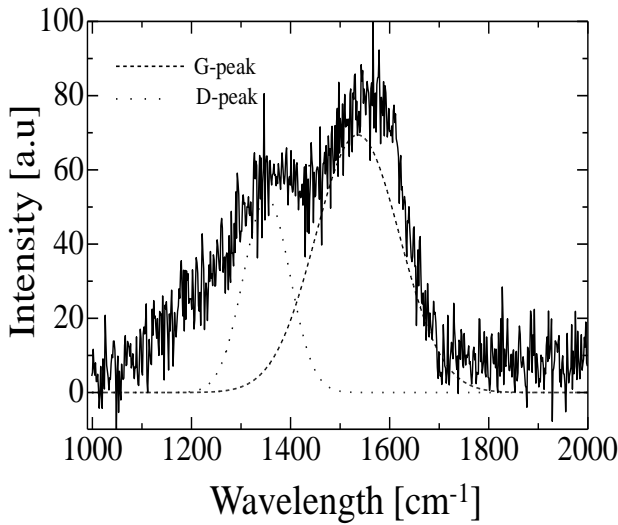


Fig.4 Raman spectrum (d= 10 mm)

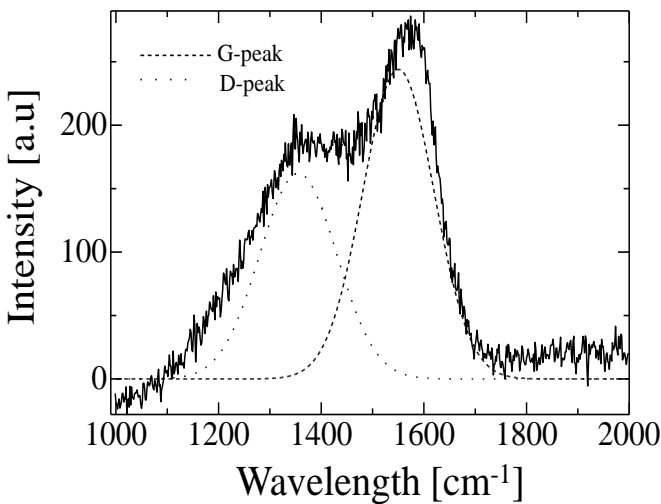


Fig.5 Raman spectrum (d=20 mm)

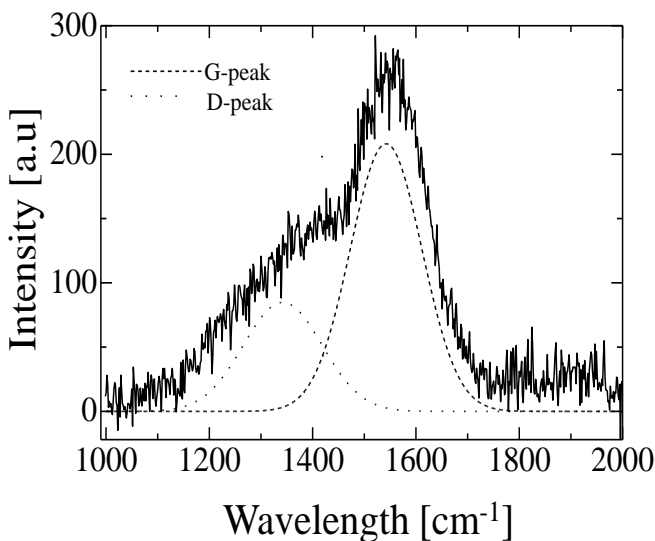


Fig.4 Raman spectrum (d= 30 mm)

成膜した薄膜をラマン分光法により測定した結果を、Fig.2、Fig.3、Fig.4に示す。いずれの結果も DLC の特徴であるブロードの波形が見て取れる。波形分離を行うことで、崩れたグラファイトに起因する 1360 cm^{-1} の D ピークと、グラファイト構造に起因する 1560 cm^{-1} の G ピークに分離できる。図 5 にターゲット—基板間距離に対する G ピーク D ピーク比のグラフを示す。30 mm ~ 15 mm までの間は変化があまり見られなかったが、10 mm の場合、GD 比が最大の値をとることが示されている。この事から、ターゲット—基板間距離を 15 mm までは殆ど変化しないが、10 mm まで近づけると、崩れたグラファイトに起因する D ピークの割合が増えるということが考察できる。

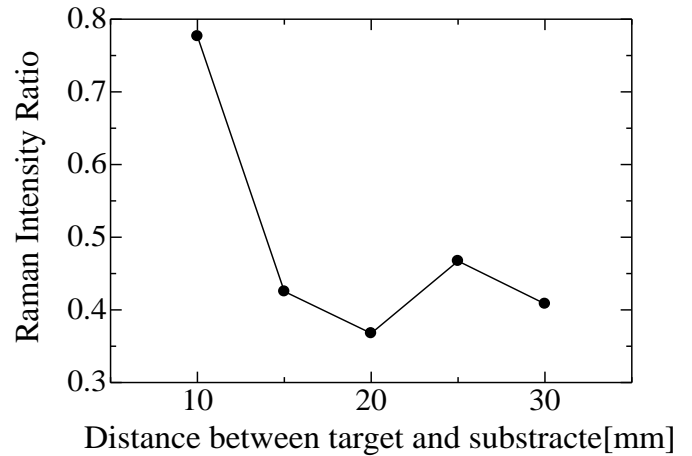


Fig.5 Distance between target and substrate changes G-peak D-peak ratio

4. まとめ

高真空内で実験方法の通り操作した場合、理論上は水素は限りなく低い値しか存在しないことになる。かつ、結果から見て取れる様に DLC の特徴であるブロードの波形が見られた事で、水素含有量の低い DLC 薄膜が生成されたと言ってよい。また、距離特性の G ピーク D ピークの比が 10 mm の場合で大きく変化した事からもわかるとおり、ターゲット—基板間距離の変化で、G ピーク D ピークの操作も可能になる事が示された。