

CO ガスを用いたプラズマ CVD 法による DLC 薄膜の作製と評価

1140170 安岡 佑起（八田・古田研究室）

1. 背景と目的

DLC 薄膜は高硬度・低摩擦係数などの優れた機械特性や高い化学的安定性をもつことで知られている。プラズマ CVD 法による DLC 薄膜の作製は、大面積へ均一な薄膜の形成が可能であり工業的に広く利用されている。プラズマ CVD 法による DLC 薄膜の作製では、一般に炭素源として CH_4 や C_2H_2 といった炭化水素ガスが用いられる。炭化水素ガスを使用することで、DLC 薄膜には水素が含まれる。膜内の水素含有量の増加は DLC 薄膜の硬度や密度の低下につながる。本研究では、炭素源に水素が存在しない CO ガスを用いたプラズマ CVD 法により、高硬度な薄膜を作製することを目的としている。

2. 実験方法と結果

CO ガスを炭素源とした RF プラズマ CVD 法により、Si 基板上に DLC 薄膜を成膜した。成膜条件は CO ガス流量 100sccm、チャンバー内圧力 10Pa、RF 電力 (13.56MHz) 100W とした。CO ガスとの比較として炭素源に C_2H_2 を用いた DLC 薄膜の成膜も行った。セルフバイアス電圧は、CO では -1150V、 C_2H_2 では -1140V であった。

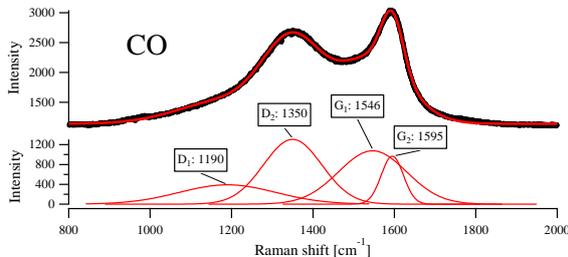


図 1 (a) ラマンスペクトル (CO)

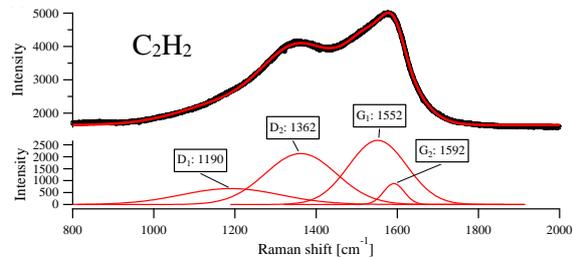


図 2 (b) ラマンスペクトル (C_2H_2)

表 1 ラマン分析結果、RBS/ERDA 測定結果、ピコインデクサー測定結果

sample	G ₂ 構成比率		H 原子濃度 [atm%]	O 原子濃度 [atm%]	インデクサー硬さ [GPa]
	G ₂ area / (D ₁ + D ₂ + G ₁ + G ₂) area				
C_2H_2	1.2		27	0	21.5
CO	2.5		4	20	15.1

図 1 (a) に CO ガスを用いて成膜した薄膜のラマンスペクトルをピーク分離した結果を示し、(b) に C_2H_2 ガスを用いて成膜した薄膜のラマンスペクトルをピーク分離した結果を示す。ラマン分光スペクトルをピーク分離した結果、CO ガスを用いて成膜した薄膜は C_2H_2 に比べグラファイト成分 (G_2) を多く含む薄膜であることが分かった (表 1)。RBS/ERDA 測定により CO ガスを用いて成膜した DLC 薄膜では水素原子が 4atm% と少ないことが分かった。ピコインデクサーによる硬さ測定より CO ガス原料では C_2H_2 原料よりも硬さが低下していた。

3. 考察

炭素源に CO ガスを用いたことで DLC 薄膜がグラファイト成分を多く含んだことを考察する。水素が極少ないことにより、 sp^3 結合をとる炭素-水素結合を作らず、 sp^2 結合になったためと考えられる。一般的にグラファイトを多く含む薄膜は sp^3 共有結合を含むダイヤモンド構造よりも柔らかい。CO ガス原料の DLC 薄膜は C_2H_2 ガス原料の DLC 薄膜よりも硬さが低いのは CO ではグラファイト成分が多く含まれているためからと結論した。

4. まとめ

CO ガスを用いたプラズマ CVD 法によりはじめて DLC 薄膜を作製することができた。CO ガスを用いることで膜内の水素の含有量を減らすことができた (27atm% → 4atm%)。CO ガスを用いて作製した DLC 薄膜は C_2H_2 ガスを用いて作製した DLC 薄膜よりも柔らかい膜であることが分かった。