GCIB 援用蒸着法により製膜された DLC の製膜条件によるマルテンス硬度

Martens Hardness of DLC Deposited by GCIB Assisted Vapor Deposition under Different Film Formation Conditions

長岡技大 [1], 野村鍍金 [2]

○大和田 佑 [1], 西山 昭雄 [2], 吉川 亮太 [2], 田口 純志 [2], 小松 啓志 [1], 齋藤 秀俊 [1]

Nagaoka Univ. Tech.[1], Nomura Plating Co., Ltd.[2]

°Y. Oowada[1], A. Nishiyama[2], R. Yoshikawa[2], J. Taguchi[2], K. Komatsu[1], H. Saitoh[1]

E-mail: hts@nagaokaut.ac.jp

【緒言】Gas Cluster Ion Beam 援用蒸着法（以下 GCIB 援用蒸着法）は被製膜対象に数千の原子・分子が結合したクラスターを衝突させて高密度エネルギーの付与、表面平坦化効果などの照射効果をもたらす製膜方法である．クラスターは数十 keV のエネルギーを有しており、製膜対象が低温であっても瞬間的に高温加熱時と同等の環境となり高品位薄膜の形成が可能となる [1)]．そこで本研究グループは GCIB 援用蒸着法によりクラスター源に Ar と蒸着源に炭素を用いて製膜された Diamond-Like-Carbon（以下 DLC）の機械特性に注目した．本研究では微少硬さ試験機を用いて DLC 膜のマルテンス硬度の測定を実施した．

【実験方法】Si 基板上に GCIB 援用蒸着法を用いて製膜条件を変更し数種類の DLC を製膜した．Sample 1 を基準として製膜後に再度クラスターイオン照射を行ったものを Sample 2 とした．分光エリプソメトリー(SE）を用いて、Sample 1,2 の光学定数（屈折率 n および消光係数 k）による DLC のタイプの分類 [2)] を行った．またこれらのサンプルに対して、ダイアモンド型ビッカース圧子を用いて、押し込み深さが膜厚の約 10%になるよう設定し、荷重に対する圧子の押し込み深さからマルテンス硬度の算出を行った．測定の際に位置変更し 5-10 回行い、標準偏差（S.D.）を求め測定誤差の範囲を算出した．

【結果と考察】SE を用いて n と k を算出したところ Sample 1 は ta-C:H に分類でき、Sample 2 は高屈折率かつ高消衰係数のため分類することができなかった．Figure 1 に Sample 1-2 及び Si 基板のマルテンス硬度とそれぞれの標準偏差を示す．マルテンス硬度は Sample 1 では 7306 N/mm^2（S.D.=423）、一方 Sample 2 では 6332 N/mm^2（S.D.=337）と算出された.いずれも Si 基板 5161N/mm^2（S.D.=91）よりも高いマルテンス硬度を示した．S.D.値から Sample1,2 の硬度の差異は測定誤差由来ではなくサンプル由来であると考えた．以上より、DLC 製膜後にクラスターイオンの照射を再度行うことで、DLC のタイプが変化し、マルテンス硬度が減少したと結論付けた．

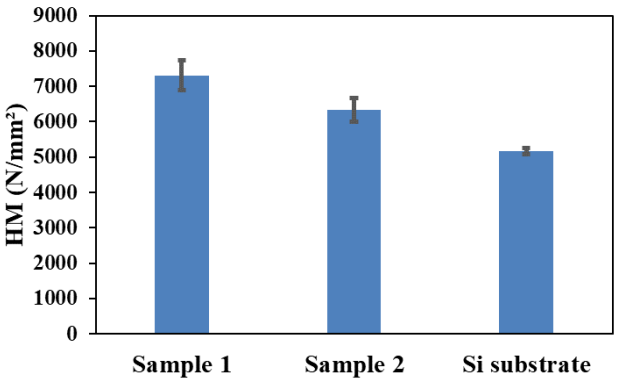

Fig.1 Martens hardness of Samples 1-2 (deposited on Si substrates) and Si substrate

1） 豊田紀章, *Journal of the Vacuum Society of Japan*, **59**, No.5 (2016).
2） M. Hiratsuka, *New Diamond*, **136**, 36, 1, 3-8 (2020).