

18a-D8-1

光電子制御プラズマ CVD によるゲートスタック用 DLC の誘電率制御: Low-k から High-k まで

Control of dielectric constant of Diamond-Like Carbon Films grown by
Photoemission-Assisted Plasma-Enhanced CVD: From Low-k to High-k

東北大多元研¹, 東北大通研²

○林 広幸¹, 鷹林 将², 楊 猛¹, 小川 修一¹, 尾辻 泰一², 高桑 雄二¹

IMRAM, Tohoku Univ.¹, RIEC, Tohoku Univ.²,

○H. Hayashi¹, S. Takabayashi², M. Yang¹, S. Ogawa¹, T. Otsuji², Y. Takakuwa¹,

E-mail: kabunbun@mail.tagen.tohoku.ac.jp

ダイヤモンドライクカーボン (DLC) は炭素と水素だけで構成され、酸素を含まないことからグラフェンデバイスにおける絶縁膜としての利用が期待されている[1]。DLC の合成方法としてマイクロ波プラズマ CVD やスパッタ法など多くの手法が提案されているが、その中でもグラフェン上に低ダメージで直接成膜できる「光電子制御プラズマ CVD[2]」が有用である[1]。本研究では、成膜中の Ar/CH₄ 流量比を変え、DLC の比誘電率と絶縁破壊電圧をどの範囲で制御できるのか調べた。また、ラマン分光解析から比誘電率と絶縁破壊電圧が変化する要因を考察した。

DLC 成膜実験は多元研に設置されている光電子制御プラズマ CVD 装置[2]で行った。RCA 洗浄後の Si 基板に DLC を堆積させた。原料ガスは Ar 希釈 CH₄ で、CH₄ 濃度を 8.3% から 91.7% まで変化させた。成膜させた DLC/Si 基板は通研クリーンルームにてキャパシタに加工して容量を測定し、比誘電率を求めた。またこのキャパシタを用いて絶縁破壊特性の測定も行った。

比誘電率と絶縁破壊電界の CH₄ 濃度依存を Fig. 1 に示す。CH₄ 濃度が上昇するにつれて比誘電率は上昇し、最終的に 7.8 という高誘電率を得た。その一方で、絶縁破壊電圧は 4.2 MV/cm まで低下した。逆に CH₄ 濃度を低くすると 3.2 という低誘電率膜を得ることもでき、絶縁破壊電圧は 7.5 MV/cm まで増加した。このように光電子制御プラズマ CVD で合成した DLC 膜は CH₄ 濃度によって誘電率を制御できることが分かった。このような誘電率変化の原因を調べるため、ラマン分光測定を行った。CH₄ 濃度が増加すると、ラマンスペクトルにおける D/G バンド比も大きくなった。この値は DLC 中に含まれるグラファイトクラスターのサイズと密度に起因するものであり[3]、このことから、CH₄ 濃度を増やすと DLC 中にナノグラファイトクラスターが形成されることが分かった。グラファイトクラスターは導電体のため、DLC 中にグラファイトクラスターが増加すると、クラスター以外の絶縁体の膜厚が減少するため比誘電率は大きくなり、また高電界印加時にはグラファイトクラスターを通じて絶縁破壊が生じるため、絶縁破壊強度が低下したと考えられる。

[1] S. Takabayashi *et al.*, DRM 22 (2012) 118.

[2] T. Takami *et al.*, e-JSSNT 7 (2009) 882.

[3] M. Yang *et al.*: JJAP 52 (2013) 110123.

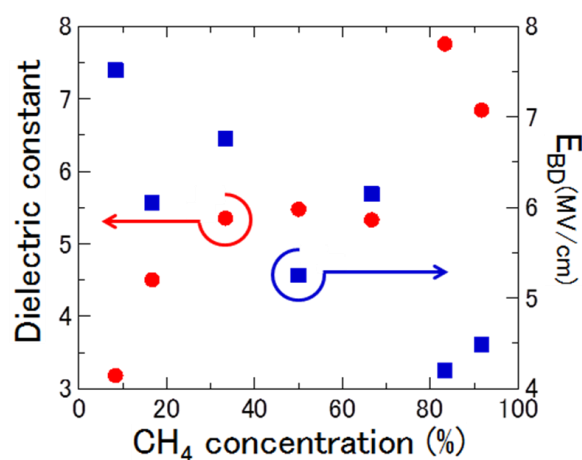


Fig. 1. DLC の比誘電率と絶縁破壊電圧の CH₄ 濃度依存。