

ダイヤモンドライクカーボンへのナノ制御ドーピング

Nano-size Controlled Doping into Diamond-like Carbon

有明高専,[○]鷹林 将, (B)古賀 永National Institute of Technology, Ariake College, [○]Susumu Takabayashi, (B) Hisashi Koga

E-mail: stak@ariake-nct.ac.jp

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)の有する低摩擦性などの優れた諸物性の向上や更なる新規物性探索を目的として、ヘテロ元素のドーピングが行われている。我々のグループでは DLC の電子デバイス応用を念頭に置いて、そのドーピング制御を試みている。そのためにはナノメートルレベルでの膜質制御が必要である。しかしながら通常のプラズマ CVD やスパッタリングによる手法では、加速イオンによるイオンダメージやミキシングが生じるため、上記制御は困難である。

我々は、独自の光電子制御プラズマ CVD (PA-PECVD)法を用いて DLC 膜を合成してきた。PA-PECVD は、Photoemission-assisted Townsend Discharge (PATD)と呼ばれる α 領域の Townsend 放電プラズマを活性化できる。従来のこの領域での電流は薄膜合成などの各種化学反応を進行させるためには小さすぎて実用的ではないが、PATD では従来の約 10,000 倍の電流が得られるため、実用的な成膜が可能となる。さらに PATD による成膜プロセスは、基板表面にシース強電界を形成しないため成長膜へのダメージを最小化でき、精密なドーピング構造の膜が得られる[2]。本発表では、PATD を用いた制御ドーピング DLC 成膜の展開について議論する。

図(a)に酸素ドーピング DLC 膜の模式図を示す。ドーピング層(Doped Layer)としての中層は、制御された量の酸素を含む。図(b)の SIMS 深さプロファイルで示されるように、PATD を用いることにより酸素(ただし酸素源は二酸化炭素)を含む炭素質膜を合成できることが分かる。図(c)は、メタン(CH₄)/アルゴン(Ar)雰囲気中の酸素源二酸化炭素 (CO₂)の流量の関数として、得られたナノドーピング DLC 薄膜の絶縁破壊強度を示す。CO₂ 流量が増えるほど強度が高くなっていることがわかる。特に負電極下では、SiO₂ の強度 (10MV/cm)を超えていることがわかる。以上のように、PATD により合成された DLC は、炭素材料の新しい展開を期待させる。

参考文献:[1] 鷹林, 高桑, 炭素 293, 80 (2020); [2] S. Takabayashi et al., Diamond Relat. Mater. 53, 11 (2015).

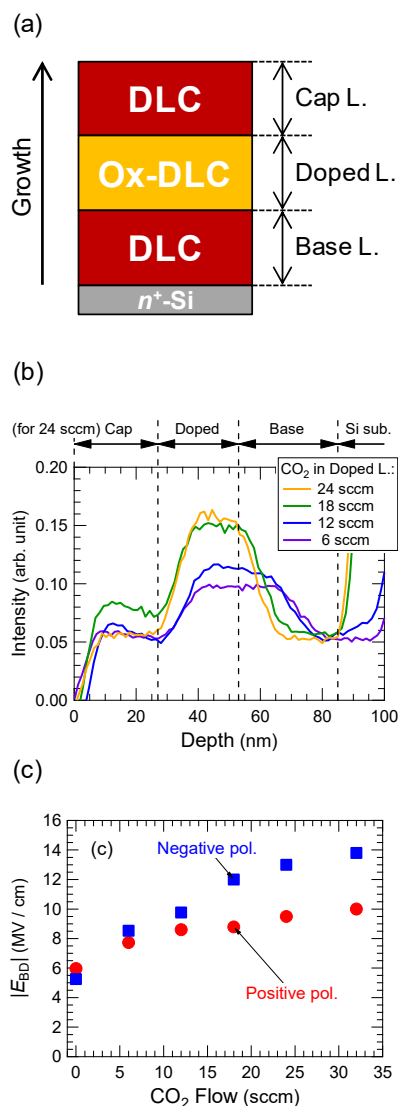


Figure. (a) Schematic of the controlled oxygen-doped DLC film. (b) Oxygen SIMS depth profile and (c) absolute breakdown strength in both polarizations as a function of CO₂ flow in the synthesis.