18p-A8-7

プラズマ化学気相成長法による窒素添加 DLC 薄膜の膜特性評価

Characterization of Nitrogen-Doped Diamond-Like Carbon Films Prepared by Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition

弘前大院理工　○土屋 政人*、真柄 晃平、徳田 健吾、中澤 日出樹

Hirosaki Univ., ○M. Tsuchiya, K. Magara, K. Tokuda, H. Nakazawa

***E-mail: h14ms510@stu.hirosaki-u.ac.jp**

ダイヤモンドライクカーボン（DLC）は sp^2 結合と sp^3 結合を含む非晶質構造であり、高硬度、低摩擦係数、耐摩耗性、赤外透過性、高生体親和性、電気絶縁性などの優れた特性を備えており、ハードコーティング材料などとして実用化が進んでいる。一方、化学結合状態を変化させバンドギャップを制御した DLC が、太陽電池機能を有する半導体材料として利用可能であることが示されている[1]。DLC を用いた光電変換デバイスの実現のためには、DLC の導電型制御技術の確立が最重要課題の一つである。一方、DLC の高い内部応力は基板を反らせたり基板との密着性を劣化させるため、内部応力を低減させる必要がある。本研究ではプラズマ CVD 法により窒素添加 DLC(N-DLC)薄膜を作製し、構造・化学結合状態、表面形態、機械的特性および電気的特性を評価した。また、p 形 Si 基板上に N-DLC 膜を成膜することでヘテロ接合ダイオードを作製し、その電気的特性を評価した。

成膜には到達真空度 8.0×10^{-5} Pa の RF（13.56 MHz）プラズマ CVD 装置を用いた。原料ガスには CH_4 および N_2 を用いた。希釈ガスには Ar を用いた。基板にはボロンドープ p 形 Si(100)ウェハ（ρ=18~22 Ω・cm）および合成石英基板を用いた。成膜は圧力 0.3 Pa、RF 出力 40 W、ガス総流量 44 sccm で行った。Ar 流量を 22 sccm、CH_4 および N_2 流量を 22 sccm と固定し、N_2 流量比 $[N_2/(N_2+CH_4)]$を 0~27.2%と変化させた。基板には DC パルスバイアスを印加し、電圧を-1000 V、パルス周波数を 20 kHz、デューティ比を 25%とした。

構造・化学結合状態は FTIR およびラマン測定により評価した。FTIR 測定から、N_2 流量比を変化させて作製した全ての DLC 膜において sp^3CH_n 結合が主成分であり、N_2 流量比の増加に伴い sp^3CH、sp^3CH_2 および sp^3CH_3 伸縮振動に対応する吸収強度が減少し、膜中結合水素量が減少することがわかった。ラマン測定から、N_2 流量比を変化させて作製した全ての DLC 膜において D および G ピークが出現し、N_2 流量比の増加により G ピーク位置は高波数側にシフトし、強度比 I(D)/I(G)は増加した。AFM 観察から、表面粗さの N_2 流量比依存性はほとんどみられず、二乗平均粗さ（RMS）が 0.13 nm 以下の優れた平坦性をもつことがわかった。N_2 流量比を増加させることで内部応力は減少したが、N_2 流量比をさらに増加させると無添加 DLC 膜の内部応力よりも大きくなった。比抵抗は、N_2 流量比が 1.8%のとき 10^{-1} Ω・cm 台まで大幅に減少することがわかった。p 型 Si 基板上への N-DLC 成膜によって作製したダイオード構造の I-V 特性は整流特性を示すことが確認された。

[1] M. Umeno, S. Adhikary, Diamond Relat. Mater. 14 (2005) pp.1973-1979.

© 2014 年　応用物理学会