

熱分解法による N ドープ DLC 薄膜の作製・評価

Characterization of N-doped DLC thin films prepared by the thermal decomposition method

電気通信大学院 情報理工学研究科 先進理工学専攻 村田悠馬, 小野洋, チュウ・チャオキョン, 永井豊, 田中勝己

Univ. of Electro-Communications, Graduate School of Informatics and Engineering °Y. Murata, O.Hiroshi, Cheow-Keong, Y. Nagai, K. Tanaka

E-mail: murata@tanaka.ee.uec.ac.jp

1. 序論

DLC は sp^3 結合炭素、 sp^2 結合炭素、水素が混在したアモルファス炭素膜である。本研究では、炭化水素を原料ガスとした大気圧下での熱分解法という独自の作製方法が用いられる[1]。当研究室での先行研究より、この方法で作製された DLC はグラファイトの性質が強いことから、導電性が高く、半導体としては適さないことが報告されている。本研究では、 NH_3 ガスを用いた窒素添加をおこない、導電率の低下及び C の sp^3/sp^2 比を高めることを目的として、半導体への応用を目指した。

2. 実験概要

電気炉内で、 $CH_4+Ar(1:9)$ 混合ガス、 NH_3 ガスを大気圧下で熱分解させ、 Al_2O_3 基板上に堆積させた。温度は $1100^\circ C$ とし、ガスの流量、製膜時間を変化させ、それぞれ試料を Al_2O_3 基板上に作製した。ラマン分光法、XPS 法、UV-vis 法、及び四探針法より評価を行った。

3. 結果と考察

3.1 ラマン分光法による評価

分析結果より、DLC 特有の D-peak、G-peak が確認され、DLC 膜が堆積したことを確認した。また、窒素添加によって、グラファイト結晶が崩れていくと仮定すると、炭化水素のみで作製した試料と比較して、G-peak の半値幅が広がり、波数シフトより、非晶質構造に近づいたと解釈した。[2]

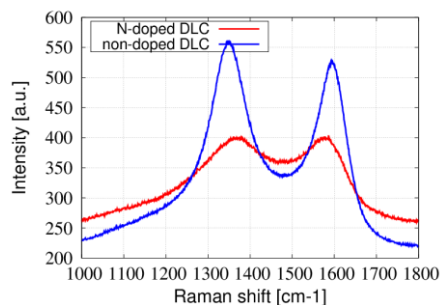


Fig. 1. Raman spectra of N-doped DLC, non-doped DLC

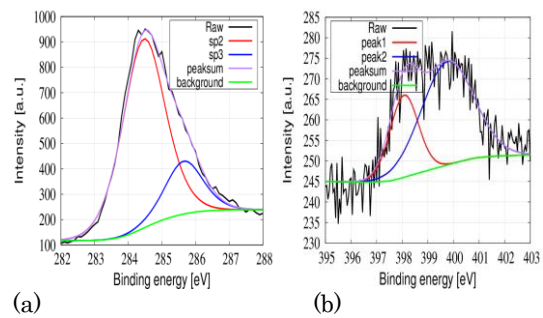


Fig. 2. XPS spectra of the N-doped DLC
(a) C1s (b) N1s

3.2 XPS 法による評価

C1s, N1s のスペクトルが確認された。それぞれのスペクトルの波形分離により、CN 結合に起因した化学シフトが見られた。また、炭化水素のみの試料と比較して、窒素添加により C1s の半値幅が広がり、C の sp^3/sp^2 比が高くなったことが確認された。次に、スパッタを行ない、表面層を除いて深さ方向の測定をした。これより、表面層とバルク層で膜の結合状態が異なること、膜は深さ方向に均一に堆積していることが分かった。さらに、表面層とバルク層での C の sp^3/sp^2 比、N の結合状態を考察した。

3.3 UV-vis 法、四探針法による評価

UV-vis 法および四探針法により、光学バンドギャップ、導電率を評価した。窒素添加した試料は炭化水素のみで作製した試料と比較して、光学バンドギャップの増加、導電率が一桁～二桁下がった。

4. 結論

大気圧下での熱分解法による DLC 作製において、 NH_3 によって N の添加に成功し、光学バンドギャップの増加および導電率の減少から、半導体への応用が期待できる。しかし、まだ導電性は高く、グラファイトの性質が強いことから、半導体への機能をもたせる必要がある。

参考文献

- [1] 特開 2005-226162. 飯島貴之、チュウチャオキョン、田中勝己
- [2] J.Robertson. Phil.Trans.R.Sor.A 362 2477-2512 (2004)