

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12759 号
------	---------------

氏 名 CHAE Sangwoo

論 文 題 目

Synthesis and Properties of Cationic Nitrogen-Doped Carbon
Materials via Solution Plasma

(ソリューションプラズマによるカチオニック窒素ドーピンググラフェンの
合成と特性)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	齋藤 永宏
委員	名古屋大学	教授	北 英紀
委員	名古屋大学	教授	後藤 元信
委員	名古屋大学	教授	市野 良一
委員	名古屋大学	准教授	竹岡 敬和

論文審査の結果の要旨

CHAE Sangwoo君提出の論文「Synthesis and Properties of Cationic Nitrogen-Doped Carbon Materials via Solution Plasma (ソリューションプラズマによるカチオニック窒素ドーピンググラフェンの合成と特性)」は、ソリューションプラズマを用い、カチオニックドーピングカーボンの合成とその評価を行っている。カチオニックドーピングカーボンとしては、カチオニック窒素含有官能基修飾少数層グラフェン、カチオニック窒素ドーピンググラフェン、カチオニック窒素ドーピンググラフェンをコートした単層カーボンナノチューブの合成を試み、その特性を議論している。博士論文の概要は以下の通りである。

第1章では、ヘテログラフェンとソリューションプラズマ (Solution Plasma: SP) の現状について整理している。その上で、カチオニック窒素をグラフェンにドーピングすることにより、従来、結晶性、平面性が維持できなかった物質に対し、結晶性、平面性を付与でき、新たな特性を誘導できるという仮説を示している。

第2章では、カチオニック窒素含有官能基による修飾した少数層グラフェン(f-FLG)を、SPを用いた剥離法により、黒鉛とイオン性液体から合成している。当該領域では、グラフェンの迅速かつ簡単な合成手法の確立が求められているとともに、その官能基による機能化が求められる。本博士論文では、グラファイトからの剥離と官能基導入を同時に実現し、大面積のカチオニック窒素含有官能基修飾の(f-FLG)の合成に成功している。XRD、Raman、TEM、FE-SEM、FTIRおよびXPSにより解析により、窒素含有量は7.7 at%であり、高い結晶性を維持している。

第3章では、イオン性液体と有機溶液の混合溶液を原料として、カチオニック窒素ドーピンググラフェンの合成を試みている。TEM、電子線回折、XRD、Raman分光から、3層からなるカチオニック窒素ドーピンググラフェンであることを示している。得られた物質は、13.4 at%の窒素を含み、エッジではなく、面内にドーピングされている。ホール効果測定より、低シート抵抗が $16 \Omega \text{sq}^{-1}$ 、キャリアがホール、キャリア濃度が 10^{19}cm^{-3} であることを得て、p型半導体の合成に成功している。

第4章では、単層カーボンナノチューブにカチオニック窒素ドーピンググラフェンをコーティングしている。カチオニック窒素のドーピングは、Raman分光法、電子回折とXPSによって確定している。得られた材料は、 120 S cm^{-1} の高い電気伝導度を有した。さらに、ホール効果測定から、 $4.6 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の高いキャリア濃度を有するp型半導体挙動を有することを示している。

第5章では、本博士論文の総括を行っている。本博士論文では、SPを用いて、カチオニック窒素ドーピンググラフェンの合成に成功している。得られた物質は、電気抵抗において大幅に改善が見られた。この特性の変化は、得られた物質の平面性及び結晶性に起因している。基底平面上のカチオニック窒素ドーピンググラフェンは、コンデンサ、太陽電池、リチウムベースの電池をはじめとする高い電気伝導度が必要な電極への利用が期待される。

以上のように本博士論文は、カチオニック窒素ドーピンググラフェンの合成に成功し、優れた電気的特性を示すとともに、カチオニック窒素の存在と電気的特性の関係を明らかにしており、これらの知見は、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者であるCHAE Sangwoo君は、博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。