

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第 10600号
------	-----	----------

氏 名 趙 亨峻

論文題目

Edge termination effects on electrical characteristics of carbon nanowalls (CNWs) for their electronic device applications

(電子デバイス応用に向けたカーボンナノウォールのエッジ処理を用いた電気特性ならびに構造の制御)

論文審査担当者

主査 名古屋大学
委員 名古屋大学
委員 名古屋大学
委員 名古屋大学

教授 堀 勝
特任教授 関根 誠
教授 豊田 浩孝
教授 齋藤 永宏

論文審査の結果の要旨

趙亨峻氏提出の論文: Edge termination effects on electrical characteristics of carbon nanowalls (CNWs) for their electronic device applications (電子デバイス応用に向けたカーボンナノウォールのエッジ処理を用いた電気特性ならびに構造の制御) は、基板に対して垂直方向に成長した特異な二次元ナノグラフェンシートからなるカーボンナノウォールのエッジを化学修飾によって終端するとともに、その電気特性をまとめたものであり、全7章から構成されている。

第1章は、序論で、カーボンナノウォールの構造やそのエッジ処理に関する特性について、研究開発の現状と問題点を概観し、本論文の目的と意義、そして構成について述べている。

第2章では、本論文で使用したカーボンナノウォールのプラズマ成長装置、表面化学処理装置およびその表面構造の評価方法の原理について述べている。

第3章では、プラズマを用いたカーボンナノウォールの成長において、原料ガスとしてフルオロカーボンガスと水素との混合ガス、またはメタンと水素との混合ガスで形成したカーボンナノウォールの特性をホール測定で調べた結果、両者ともに半導体的特性を示すことを見出した。また、合成したカーボンナノウォールのバンドギャップは、フルオロカーボンガス系で作成したものは 80 meV、メタンガス系では 9 meV であった。したがって、フルオロカーボンガスを原料ガスとして用いたカーボンナノウォールは、フッ素原子が構造中に導入されることで、バンドギャップが大きくなることが分かった。本知見は、現在世界中でナノグラフェンのエネルギーバンドを制御する試みがなされているが、そのブレイクスルーに成り得る可能性があり、注目されている。

第4章および第5章では、カーボンナノウォールの膜中に窒素をドーピングした場合と先端のエッジを窒素で終端した場合について、その電気特性を調べている。窒素を膜中にドーピングした場合は、カーボン原子が窒素で置換され、n型の半導体的特性を示す。しかし窒素終端では、電気抵抗が小さくなり、欠陥は減少するが、n型にはならないことが示された。これによって、カーボンナノウォールへの窒素ドーピングと化学終端との差を明確に区別して、それらの電気特性への影響を明らかにした。

第6章では、フッ素終端の効果を調べるために、プラズマを用いずにフッ素ガスによる化学終端を行い、カーボンナノウォールのエッジのフッ素終端に成功した。これにより、カーボンナノウォールへの水素、窒素、フッ素によるエッジの化学終端効果を系統的に明らかにした。

第7章では、本研究の結果を総括し、今後の課題および展望について述べている。

以上のように、本論文では、カーボンナノウォールの特異な形状に起因するエッジにおいて、水素、窒素、フッ素による化学的終端プロセスを確立し、その電気特性への影響を系統的に解明した。これらの成果は、カーボンナノウォールを多様な応用に展開する上で、極めて重要な知見を提示している。したがって、学術上、又工業上寄与するところが極めて大きい。よって、本論文提出者趙亨峻氏は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があるものと判断した。