

ラマン分光分析によるグラフェンの構造欠陥の解析

令和3年2月 山田 光留

要旨

目的

グラフェンは原子1個分の厚さのナノマテリアルである。ナノスケールでの構造解析のために様々な方法を用いる。ラマン分光分析は、材料にレーザーを照射して散乱光を検出し、骨格振動から構造を評価する。非破壊かつ非接触また少量の試料で解析することが可能であるが、グラフェンの詳細な構造とラマンスペクトルは十分に関係付けられていない。グラフェンの材料としてのポテンシャルを引き出すために物質の詳細かつ簡便な解析が不可欠であると考え、本研究を行った。

方法

熱処理で構造欠陥を導入したグラフェンにおいて、ラマン分光分析で得られたデータと構造欠陥の量や種類との関連性を検討した。まず、グラファイトに対してホウ素ドーピングを施し、ホウ素を脱離させ六員環構造内に点欠陥を生じさせる。このホウ素脱離グラファイトから機械的剥離法でグラフェンを作製し、ラマン分光分析を行った。得られたラマンスペクトルを未処理の構造欠陥を持たないグラフェンより得られたスペクトルと比較、分析を行った。

結論

未処理のグラフェンでは G-band と G'-band が確認され、ホウ素脱離グラフェンでは G-band、G'-band のみならず D-band も見られた。ラマン分光分析から得られたラマンスペクトルと構造欠陥の関連性を可視化するために、G-band と D-band の面積比 (A_D/A_G) と G-band と G'-band の面積比 (A_D/A_G) から二次元散布図を作成した。欠陥のないグラフェンにおいて散布図にプロットされた点は、層数に応じて直線的に、また縦方向に分布した。欠陥を導入したグラフェンにおいては、直線的で層数に応じて斜め方向に分布した。すなわち、欠陥の量と近似線の傾きの関連性が示唆された。さらに、グラフェンの面積あたりの欠陥の量 (欠陥の密度) が均一でない場合は、点の分布が直線的でないことがわかった。欠陥の密度と、 A_D/A_G と $A_{G'}/A_G$ の相関性の関連が示唆された。以上より、ラマン分光分析によって得られる情報から定性だけでなく層数の異なるグラフェンの定量的な構造欠陥の比較が可能になる。

指導教員 林 卓哉 教授

村松 寛之 准教授