単層カーボンナノチューブにおける X 線誘起欠陥生成における照射前アニールの影響

The effect of preannealing on X-ray induced defect formation in single-walled carbon nanotubes

橋本 翔平、松山 美聡、伊東 千尋

Shohei Hashimoto, Misato Matsuyama, Chihiro Itoh

1.背景・目的　カーボンナノチューブ（CNT）は優れた物性を持つが、デバイス材料として利用するには CNT の電子状態を制御することが肝要である。CNT は欠陥導入等により構造を変化させると、電子状態を変えることができる。X 線照射欠陥生成は CNT のこのような特性を利用して電子状態制御を行う方法として検討されている。この方法は操作が容易である一方で、電子状態変化の明確化、メカニズムの解明や欠陥量の制御など多くの課題を残している。これまでの研究で CNT に対して X 線照射前にアニールすると、欠陥収量が増大することが明らかになっている。この現象の原因を明らかにするために、アニール条件による X 線誘起欠陥生成収量を測定した。

2.実験　Arc 放電法によって作製された市販の単層カーボンナノチューブ（SWNT）パウダーを、1 wt%のドデシル硫酸ナトリウム水溶液に分散させた。この分散液をメンブレンフィルターで濾過し、SWNT をフィルター上に堆積させた。乾燥後、Si 製・Mo 製の基板に乗せ、フィルターを有機溶媒により除去することで基板に転写し試料を作成した。この試料をマッフル炉でアニールした後、1.25keV の X 線を 15 分照射し、導入欠陥量を 532nm のプローブ光を用いて得たラマン散乱スペクトルに現れる欠陥に起因するピーク（D バンド）の強度から評価した。アニール条件は空気中で温度 150℃～300℃、保持時間 1 時間とした。また、このサンプルの初期状態、アニール直後、X 線照射後にそれぞれエネルギー分散型 X 線分光測定（EDS）を実施し、試料表面の組成分析を行った。

3.結果・考察　図 1 に、照射前アニール温度と X 線照射によって増加する D バンド強度の増加量をグラフェン壁に起因する G バンドに対する強度で規格化した値の関係を示す。250ºC 以上で D バンド強度が増加していることがわかる。一方、EDS 測定の結果、初期状態及び200℃でのアニールではみられない酸素に由来するピークが300℃でアニールすると顕著に観測された。この結果は、SWNT の酸化が X 線誘起欠陥の収量に大きな影響を与えることを示唆する。

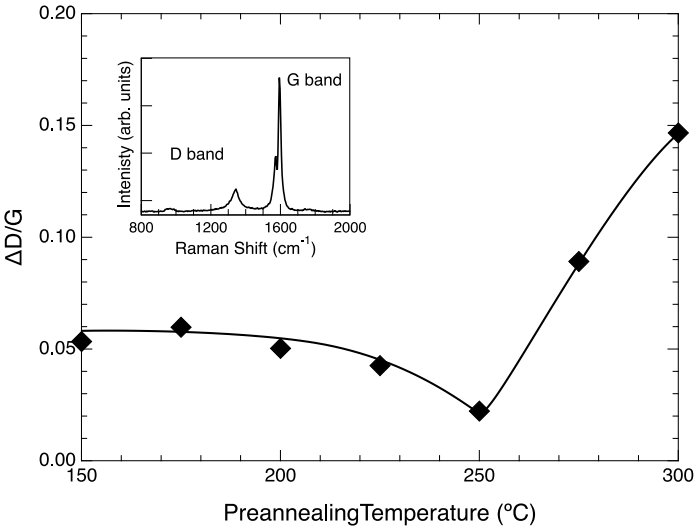

図 1 The dependence of the X-ray induced D band intensity change on preannealing temperature

© 2017年 応用物理学会