

高温電子線照射によるナノダイヤモンドへの NV センタ形成

NV Center Formation into Nano-diamond by High Temperature Electron Irradiation

量研 °阿部 浩之, 佐伯 誠一, 大島 武

QST, °Hiroshi Abe, Seiichi Saiki, Takeshi Ohshima

E-mail: abe.hiroshi2@qst.go.jp

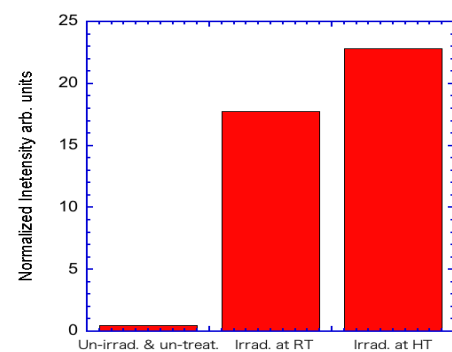
【はじめに】NV (窒素-空孔) センタを含む蛍光ナノダイヤモンド (FNDs) を単一細胞レベルから動物レベルに至るまで、幅広い生体系へ導入し、温度や電界、pHなどをセンシング・イメージングすることで生命活動の詳細理解を試みる研究が盛んになってきている。この研究では高輝度、即ち、高濃度の NV センタを含有する FNDs を形成することが重要であり、そのためには FNDs 中の NV センタの形成過程を理解しかつ最適化することが非常に重要となる。本研究では、より高発光強度の FNDs 形成を目指し、電子線照射及びその後の熱処理条件の最適化を進めている[1]。ナノダイヤモンドでは、電子線照射により形成した欠陥が熱処理中に表面に拡散してしまうなどサイズの効果を考慮した議論をする必要があり、バルクのダイヤモンドでの結果[2]をそのまま適用できない可能性もある。今回は電子線照射モード (高温照射と室温照射) の違いによってナノダイヤモンド中に形成される NV センタの発光強度 (形成量) について調べた。

【実験】ナノダイヤモンドに 2 MeV の電子線を $1 \times 10^{18} [\text{cm}^{-2}]$ 高温及び室温で照射した。前者はヒーターでの加熱に加え、電子線による発熱を利用することで真空中にて 815°C 程度に維持しながら電子線照射を 6 時間実施した。後者は照射後熱処理炉を用いて高純度アルゴンガスフローにて 815°C、6 時間の熱処理を施した。最後にどちらの試料も大気中 575°C で 3 時間の処理を施すことで表面の炭化層を除去した。これら 2 つの照射モードにより形成された FNDs 中の NV センタによる発光強度とスペクトルをフォトルミネッセンス (PL) により評価した。

【結果】図は平均粒径 50 nm-FNDs による結果を示す。電子線照射で熱処理を同時に行う場合と照射後に熱処理を行う場合において、高温照射による NV センタ形成による量子発光強度の方が室温照射のそれよりも約 1.3 倍向上することを確認した。今回の結果より 800°C 程度での高温照射によりナノダイヤモンドへ高効率に NV センタ形成を導入出来、高輝度化が可能であることが示唆される。

【参考文献】

- [1] 阿部浩之 他、ナノダイヤモンドへの欠陥導入と熱処理について、第 67 回応用物理学会春季学術講演会、2020 年 3 月 12~15 日、上智大学四谷キャンパス (東京)
- [2] M. Capelli et. al., Increased nitrogen-vacancy centre creation yield in diamond through electron beam irradiation at high temperature, Carbon 143(2019)714-719.



Sample Irradiation Conditions
Fig. PL intensity for FND fabricated using different irradiation/annealing processes