

原子状 Si 誘起核発生により形成したナノ・ダイヤモンドからの Si-V 中心発光

Si-V center emission from nano-diamond formed by atomic Si induced nucleation

○小島 隆平, 小宮 一輝, 相馬 勇治, 一色 秀夫 (電通大院情報理工)

○Ryuhei Kojima, Kazuki Komiya, Yuji Soma, Hideo Isshiki (Univ. Electro-Communications)

E-mail: kojima@flex.es.uec.ac.jp

1 背景

盗聴の検出を可能にする量子暗号通信が注目を集めている。これには単一光子源が必要であるが、その候補として窒素-空孔(N-V)等のダイヤモンド中の発光中心があげられる。特にシリコン-空孔(Si-V)中心は寿命が短くフォノンの影響が小さいため、強い発光強度が期待される。一方発光中心を含有するナノ・ダイヤモンド(NCD)は蛍光プローブとしてバイオ応用が検討されている。最近我々のグループは、原子状 Si 添加によるダイヤモンド核発生の促進効果を報告した[1]。これは sp^3 結合を形成する Si 原子が核発生中心となり、ダイヤモンド核が形成されると考えられる。本研究では原子状 Si 誘起核発生により形成した単一 NCD(Si-NCD)からの発光を調べた。

2 実験

Si(100) 基板上にマイクロ波プラズマ CVD(MPCVD)を用い Si-NCD を形成した。核発生にはモノメチルシラン(MMS)を Si 源としバイアス法を併用した。原料ガスは H_2 , CH_4 , 10%MMS/ H_2 である。発光特性評価は、励起波長 532nm で顕微 PL 測定を行った。

3 結果と考察

単一 Si-NCD からの発光を観測するため、マイクロ波出力および MMS 供給時間を調整し核発生密度を制御した。Fig.1 に試料表面の SEM 画像を示す。2つの Si-NCD が観測され、空間分解可能な核密度となっている。

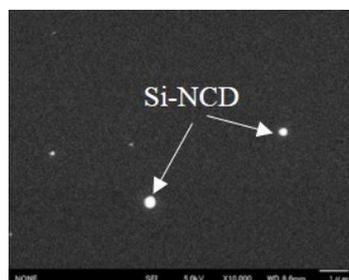


Fig.1 SEM image of sample surface

Fig.2 に単一 Si-NCD からの顕微 PL スペクトルを示す。PL 発光は室温でファイバーを通して CCD 分光器で測定した。波長 738nm に Si-V センター発光特有の鋭い発光ピーク(ゼロフォ

ノン線)を確認することができる。N-V およびフォノンに寄与するブロードな発光は観測されていない。

Fig.3 に単一 NCD からの Si-V センター発光の励起光強度依存性を示す。発光はバンドパスフィルターを通し PMT を用いて光子計数した。励起光強度はレーザー出力である。励起光強度の増加に対し線形に増加し、約 5000cps で飽和した。単一 Si-V 発光中心の飽和強度として数百 kcps が計測されている[2]。飽和強度の減少としては、測定系の問題に加え、NCD 中であることから非発光遷移の増加が考えられる。

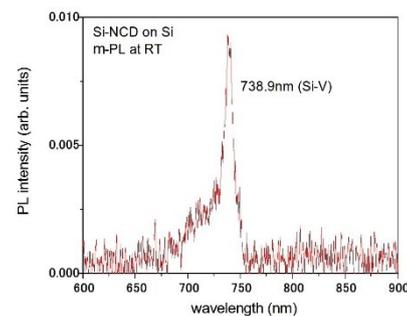


Fig.2 Emission spectrum of single Si-NCD

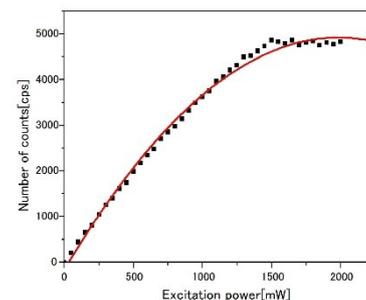


Fig.3 Count rate from Si-V in single Si-NCD recorded as a function of excitation power

4 まとめ

単一 Si-NCD からの発光を観測し、励起光強度依存性を測定することはできたが、単一 Si-V 中心からの発光であるか不明である。

参考文献

- [1] H. Isshiki et al, Jpn. Appl. Phys. 51 (2012) 090108
- [2] Elke Neu et al. New Journal of Physics 13 (2011) 025012