

ダイヤモンドナノ粒子薄膜におけるランダムレーザー発振特性の改善

Improvement of random lasing property in a diamond nanoparticle film

北大電子研, °煮雪 亮, 藤原 英樹, 笹木 敬司

RIES, Hokkaido Univ., °Ryo Niyuki, Hideki Fujiwara, and Keiji Sasaki

E-mail: niyuki@es.hokudai.ac.jp

【はじめに】 波長オーダーの散乱体と発光材料で構成されるランダムレーザーは、外部共振器を必要としないため、簡易なレーザー光源として注目されている[1]。前回の発表において我々は、深紫外レーザー光源やパワー半導体デバイスなど幅広い分野での応用が期待されているダイヤモンドに着目し、ダイヤモンドナノ粒子薄膜において、新規な紫外域でのランダムレーザー発振に成功した[2]。しかし、紫外発光の起源や発振機構が不明であるだけでなく、紫外発光を示す粒子数が極めて少ないといった問題がある。

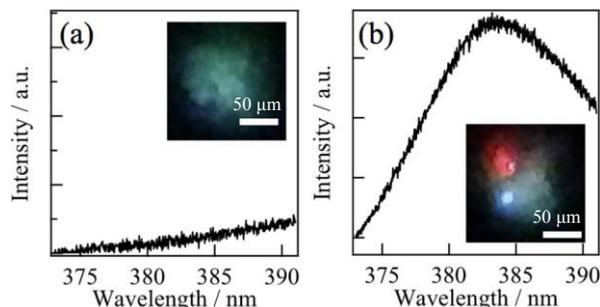


Fig.1. ダイヤモンドナノ粒子薄膜中の(a)一般的な場所及び(b)紫外発光スポットにおける発光スペクトル及び CCD 画像。

また、実験で使用した粒径 25 nm のナノ粒子の散乱強度は弱く、光局在を誘起するのに最適な構造であるとは言い難い。そこで本研究では、ランダムレーザー発振特性の改善を試み、ダイヤモンドナノ粒子の加熱処理および使用粒子径の最適化を行った結果について報告する。

【実験】 発光を抑制するとされるナノ粒子表面の sp^2 層を除去するため、ダイヤモンドナノ粒子の加熱処理 (425°C で 5 時間) を行い[3]、このナノ粒子を分散したヘキサソール溶液を基板上に滴下・乾燥させたものを試料とした。LD パルスレーザー (355 nm、1 kHz、100 ps) を対物レンズ ($\times 10$ 、NA = 0.5、励起スポット径 200 μm) で試料上に集光し、任意の位置における発光画像と発光・発振スペクトルを測定し、加熱処理による紫外発光特性への影響について調べた。

【結果と考察】 加熱処理後の異なる場所における発光スペクトルと発光画像を Fig.1 に示す。加熱処理前の試料では、Fig.1(a) のように緑色発光を示す場所がほとんどであり、紫外発光を示すスポットは確認できなかった。一方、加熱処理後の試料では、ほとんどの部分では Fig.1(a) の様な緑色発光を示すものの、励起スポット内に Fig.1(b) の様な紫外発光スポットが 1-2 カ所程度確認できた。紫外発光スポット数は加熱処理を行うことで増加しており、それに伴い紫外域でのレーザー発振スポット数の増加を確認した。これらの結果は、発光を抑制するとされる sp^2 層を除去した効果によると考えられる。当日は、ダイヤモンドナノ粒子薄膜の発光・発振特性の粒子サイズ、加熱時間・温度等に対する依存性について報告する。

[1] H. Fujiwara, R. Niyuki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 061110 (2013)., [2] 煮雪亮 他, 第 74 回応用物理学会学術講演会, 19p-C14-4 (2013)., [3] S. Osswald *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **128**, 11635 (2006).