

高純度 ^{12}C 同位体濃縮ダイヤモンドのホモエピタキシャル合成Highly purified ^{12}C -enriched homoepitaxial diamond films growth

物材機構¹, 原子力機構², Ulm 大学³, 筑波大⁴

○寺地 徳之¹, 山本 卓^{1,2}, 小泉 聡¹, 渡邊 賢司¹, 谷口 尚¹, 小野田 忍²,

大島 武², NAYDENOV Boris³, JELEZKO Fedor³, 磯谷 順一⁴

NIMS¹, JAEA², Univ.Ulm³, Univ.Tsukuba⁴ ○Tokuyuki TERAJI¹, Takashi YAMAMOTO^{1,2}, Satoshi KOIZUMI¹, Kenji WATANABE¹,
Takashi TANIGUCHI¹, Sinobu ONODA², Takeshi OHSHIMA², Boris NAYDENOV³, Fedor JELEZKO³, Junichi ISOYA⁴

E-mail: TERAJI.Tokuyuki@nims.go.jp

【緒言】ダイヤモンドを炭素 ^{12}C で同位体濃縮する事により、窒素-空孔欠陥 (NV センター) に局在する電子スピンの緩和時間が長くなる事が知られている。特に同位体比が高い場合、結晶内の不純物が緩和時間を律速するため、同位体濃縮と併せて結晶純度の向上が求められる。本研究では、 ^{12}C 炭素同位体比が天然存在比より約 3 桁高い同位体濃縮メタンガスを用いてダイヤモンド薄膜を合成し、その発光特性を評価した。

【実験】IIa(100)単結晶基板上に、マイクロ波プラズマ CVD 法により ^{12}C 同位体濃縮ダイヤモンド薄膜をホモエピタキシャル成長させた[1]。原料ガスには ^{12}C 同位体比が 99.999% のメタンを用いた。膜厚 20 μm のダイヤモンド薄膜を合成した後、マイクロメートルに集束した 10MeV ^{15}N イオンを合成した結晶に照射した。その後、真空中 1000 $^{\circ}\text{C}$ で熱処理を施す事で NV センターを生成した。単一 NV センターの分布は、レーザー光 (532 nm) を励起光源に用いた共焦点顕微鏡を用いて評価した。

【結果・考察】ダイヤモンド薄膜の同位体比は SIMS 分析から ^{12}C :99.998% である事が、また炭素置換位置の窒素濃度は ESR 測定から 1ppb 以下であった。図 1 に、60 イオン/スポットで N イオン照射した領域の共焦点顕微鏡像、及び発光スペクトルを示す。照射領域での発光スペクトルからは、NV センターに起因する発光が観測された。イオン照射領域以外での発光は極めて少ない事から、NV センターの位置制御がマイクロビーム照射により可能である事が示された。しかしながら NV センターの電荷状態は、負以外に中性を示すものが観測された。加えて、シリコン-空孔欠陥 (SiV センター) が、0.01ppb 以下の密度ではあるが、照射領域近傍で観測された。SiV が負電荷状態である事から電子が NV センター系から SiV センター系に移動していることが考えられる。Si 混入の抑制が今後の課題として挙げられる。

【謝辞】本研究の一部は、科学技術振興機構戦略的国際科学技術協力推進事業「日独研究交流」および日本学術振興会科学研究費補助金 (23360143) の助成を受けたものである。

[1] T. Teraji, Jpn. J. Appl. Phys. **51**, p.090104 (2012).

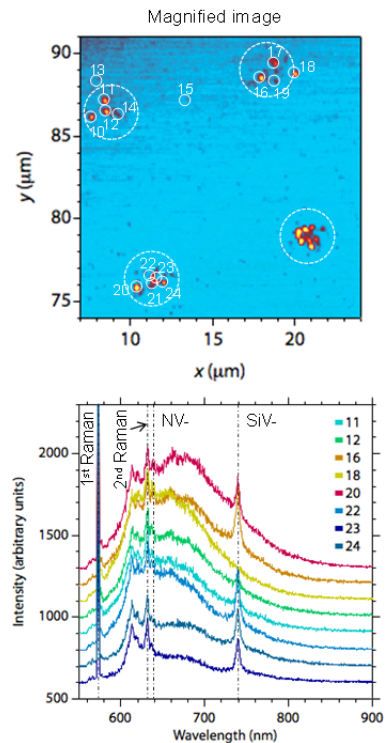


図 1: ^{12}C (99.998%)CVD ダイヤモンド単結晶にイオン注入により生成した発光センターの共焦点顕微鏡像および発光スペクトル