

ダイヤモンド超格子における励起子及び電子正孔液滴発光 Photoluminescence due to Excitons and Electron-Hole Droplets in Diamond Superlattices

横国大院工¹, 東工大フロンティア材料研², 京都大院理³, 産総研⁴,

○矢田部 翼¹, 嵐田 雄介¹, 南 不二雄^{1,2}, 中 暢子³, 渡邊 幸志⁴, 片山 郁文¹, 武田 淳¹

Yokohama National Univ.¹, Tokyo Tech², Kyoto Univ.³, AIST⁴

○Tsubasa Yatabe¹, Yusuke Arashida¹, Fujio Minami^{1,2}, Nobuko Naka³, Hideyuki Watanabe⁴,
Ikufumi Katayama¹, Jun Takeda¹

E-mail: arashida-yusuke-wz@ynu.ac.jp, katayama-ikufumi-bm@ynu.ac.jp, jun@ynu.ac.jp

ダイヤモンドは優れた物性を有しており、半導体デバイスとしての実用化が期待されている。近年、¹²C と ¹³C を交互に積層したホモ接合によるダイヤモンド超格子が作製され、電子線照射により、より低エネルギーの ¹²C 層に電子と正孔が閉じ込められた結果生じる再結合発光が見出された[1]。これは、ダイヤモンドの ¹²C と ¹³C のバンドギャップのエネルギー差が 15.4 meV と大きいために生じたものと考えられる[2]。ダイヤモンド超格子はホモ接合超格子として注目されているものの、その詳細な光物性についてはほぼ未解明である。そこで、ダイヤモンド超格子における光励起状態のダイナミクスを明らかにするために、発光スペクトルの温度依存性及び層厚依存性を測定した。

サンプルとして積層繰り返し 10 nm、30 nm、600 nm のダイヤモンド超格子(膜厚は全て 1.8 μ m)及び IIa 型ダイヤモンドを用いた。光源として再生増幅チタンサファイアレーザーの 4 倍波 (205 nm) あるいは OPO レーザーからのナノ秒パルス光 (211 nm) を用いた。サンプルをクライオスタット内に設置し、発光スペクトルを 7 K~300 K の範囲で測定した。

Fig. 1にOPOレーザーにより得られた7 Kにおける発光スペクトルを示す。10 nm、30 nmの層厚サンプルでは、¹²Cのみで構成されたIIa型ダイヤモンドと同じエネルギー位置に励起子発光のピークが現れ、¹²C層に電子と正孔が流れ込んでいることを示唆している。一方、層厚の厚い600 nmのサンプルにおいては、矢印で示すように高エネルギー側に¹³Cからの励起子発光のピークが明確に観測された。また、超格子サンプルにおいても電

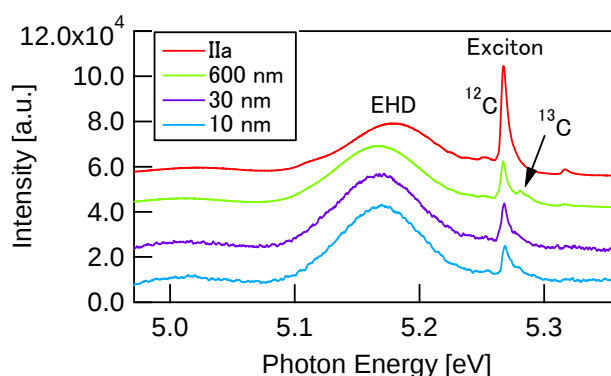


Fig. 1 Photoluminescence (PL) spectra in diamond superlattices with different layer thicknesses (10, 30 and 600 nm) at 7 K. The PL spectrum in type IIa diamond is also shown.

子正孔液滴(EHD)の発光をはじめて観測し、励起子発光に対する相対強度がIIa型に比べ膜厚に依存して増大する傾向があることを見出した。詳細は当日報告する。

[1] H. Watanabe *et al.*, *Science* **324**, 1425 (2009).[2] H. Watanabe *et al.*, *Phys. Rev. B* **88**, 205420 (2013).