転写プリント法による数原子層黒リン－フォトニック結晶ナノ共振器結合系の作製

Fabrication of coupled few layer black phosphorus-photonic crystal nanocavity systems by transfer printing method

東大ナノ量子機構 [1]，東大生研 [2]，○太田泰友 [1]，守谷頼 [2]，矢吹直人 [2]，荒井美穂 [2]，角田雅弘 [1]，岩本敏 [1,2]，町田友樹 [1,2]，荒川泰彦 [1,2]

NanoQuine[1], IIS[2] Univ. of Tokyo, ○Y. Ota[1], R. Moriya[2], N. Yabuki[2], M. Arai[2], M. Kakuda[1], S. Iwamoto[1,2], T. Machida[1,2] and Y. Arakawa[1,2]

E-mail: ota@iis.u-tokyo.ac.jp

はじめに　近年、グラフェンや単層遷移金属ダイカルコゲナイドを中心として、２次元物質のフォトニクス応用が盛んに議論されている[1]。中でも数原子層黒リン（BP）は、近赤外域に強い励起子発光を示す稀有な存在であり[2]、新しい光通信波長帯光学材料として注目を浴びつつある。BP は van der Waals 力を介して様々な光学構造に転写が可能であり、例えばパッシブ光共振器と組みわせること[3]で新たな微小光源技術の開拓が期待できる。我々はこの点に着目し、転写プリント法による数原子層厚 BP－フォトニック結晶ナノ共振器結合系の作製を進めている。今回、目的試料の作製に成功するとともに共振器モードを介した励起子発光を確認したので報告する。

実験　まずスコッチテープ法により PDMS 上に作成した BP 薄片の中から、光学顕微鏡像/顕微分光法を用いて数原子層 BP を選別する。一方、BP 励起子発光波長において透明な GaAs ２次元フォトニック結晶ナノ共振器を別途作製する。その後、自作転写プリント装置において BP-共振器間の位置を精密に合わせつつ両者を接触させた。接触後、PDMS の粘弾性を利用して BP のみを共振器上に転写した[4]。転写後の光学顕微鏡像を図 1 (a)に示す。色の濃い部分は厚い BP 部分であり、GaAs 転写後に数原子層 BP 部分(黒点線内)は不可視になる。また図 1(b)に作製試料の顕微分光スペクトル(室温、連続波)を示す。ブロードな BP 励起子発光とともにシャープな共振器モードの観測に成功した（Q 値約 1,500）。

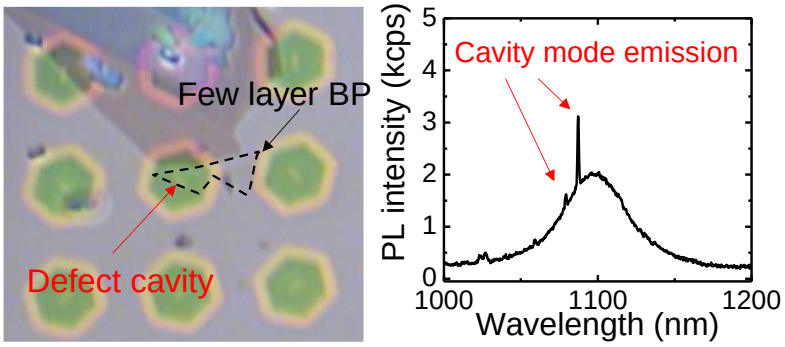

Fig. 1. (a) Optical microscope image after the transfer of BP onto a GaAs photonic crystal nanocavity. Black dash line indicates a region with few layer BP. (b) Micro-photoluminescence spectrum of the fabricated sample. Sharp (broad) peaks originate from the cavity mode (BP excitonic) emission.

参考文献 [1] F. Xia, *et al.*, Nat. Photonics **8**, 899 (2014). [2]X. Wang, *et al.*, Nat. Nanotechnol. **10**, 517 (2015). [3] S. Wu, *et al.*, Nature **520**, 69 (2015). [4]A. Castellanos-Gomez, *et al.*, 2D Mater. **1**, 011002 (2014).
謝辞　本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業、科研費特別推進研究(15H05700)およびJST、CRESTにより遂行された。

© 2016年 応用物理学会