原子層ヘテロ構造における光キャリアの電荷分離と緩和機構

Charge separation and photocarrier relaxation in heterostructures of atomically thin layers

○小澤大知 [1], I. Verzhbitskiy[2], A. Carvalho[2], A. H. Castro Neto[2], 松田一成 [1], 江田剛輝 [2] (1. 京都大エネ研、2. シンガポール国立大)

○Daichi Kozawa[1], Ivan Verzhbitskiy[2], Alexandra Carvalho[2], A. H. Castro Neto[2], Kazunari Matsuda[1], Goki Eda[2] (1. IAE, Kyoto Univ., 2. NUS)

E-mail: d-kozawa@iae.kyoto-u.ac.jp

原子層遷移金属ダイカルコゲナイドは、原子数個の厚さしかないにも関わらず、非常に強い光吸収を示す[1]。このために、太陽電池やオプトエレクトロニクスデバイスへの応用が期待されている。異なる種類の単層遷移金属ダイカルコゲナイドを二枚重ねあわせて、原子層ヘテロ構造を作製すると、タイプ II のバンド構造となる（図 1a)。この構造では界面に p-n 接合が形成され、光励起で生成された電子と正孔は、自発的に別の層に移動し、層間電子-正孔対を形成する[2]。この層間電子-正孔対は空間的に広がっているために、結合が弱く、容易に電荷分離することが予想される。この電荷分離特性は、太陽電池への応用を考える上で、大きな強みになる。本研究では、原子層ヘテロ構造において、光励起により生成されるキャリアの生成、および緩和機構に焦点を当て、その挙動を調べることを目的とした。

原子層 $MoSe_2/WS_2$ ヘテロ構造（図 1b）に対して発光分光および発光励起分光を行なった。図 1c はヘテロ構造および、WS_2、$MoSe_2$ 孤立領域の発光スペクトルである。ヘテロ構造からの発光は、孤立 $MoSe_2$ よりも低エネルギー側にあり、強度が小さい。この結果は、ヘテロ構造からの発光は、層間電子-正孔対の再結合による発光であることを示している。講演では、さらに発光励起分光の結果をもとに、光キャリアの緩和機構の詳細について議論する。

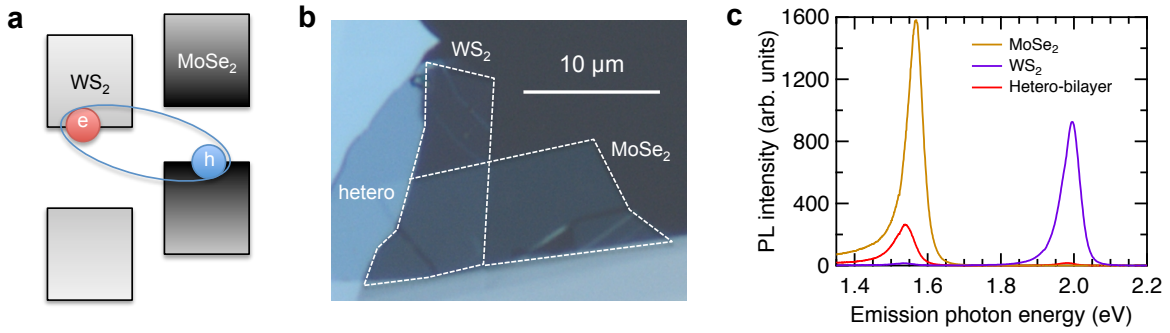

図 1. **a**, ヘテロ構造のエネルギー配置図。e と h は電子、正孔を表す。**b**, 原子層 $MoSe_2/WS_2$ ヘテロ構造の顕微鏡像。WS_2、$MoSe_2$、ヘテロ領域を点線で囲んだ。**c**, ヘテロ構造および、WS_2、$MoSe_2$ 孤立領域の発光スペクトル。励起エネルギーは 2.33 eV、室温で測定された。

[1] D. Kozawa *et al.*, Nat. Commun. **5**, 4543 (2014).

[2] X. Hong *et al.*, Nat. Nanotechnol. **9**, 682 (2014).

© 2015年 応用物理学会