電気二重層トランジスタ(EDLT)を用いた PbTe コロイド量子ドット薄膜の電気伝導測定

Electrical characterization of PbTe colloidal quantum dot assemblies using EDLT

秦大樹 [1], Satria Zulkarnaen Bisri[2], Maria Ibanez[3,4], Maksym Kovalenko[3,4], 岩佐義宏 [1,2]

QPEC & Dept. of Applied Physics-Univ. of Tokyo, Japan [1], RIKEN-Center for Emergent Matter Science, Japan [2], ETH Zurich, Switzerland[3], EMPA, Switzerland[4]

E-mail: shin@mp.t.u-tokyo.ac.jp, satria.bisri@riken.jp

【はじめに】コロイド量子ドットは状態が特定のエネルギーに集中していること、粒径に依存したエネルギー準位をもつ、多重励起子形成[1]を持つなどの理由から次世代の高効率の光電デバイスとして活用されることが期待されている。中でも鉛カルコゲナイド(PbX)はバンドギャップが小さいことから特に高効率が得られることが期待されている。それはバンドギャップと開路電圧の差が小さくなると考えられているからである。しかし最もバンドギャップの小さい PbTe はその不安定性からほとんど研究が行われていなかった。そこで本研究では PbTe コロイド量子ドットの薄膜化、そのデバイスの電気伝導特性を調べることを目的とした。

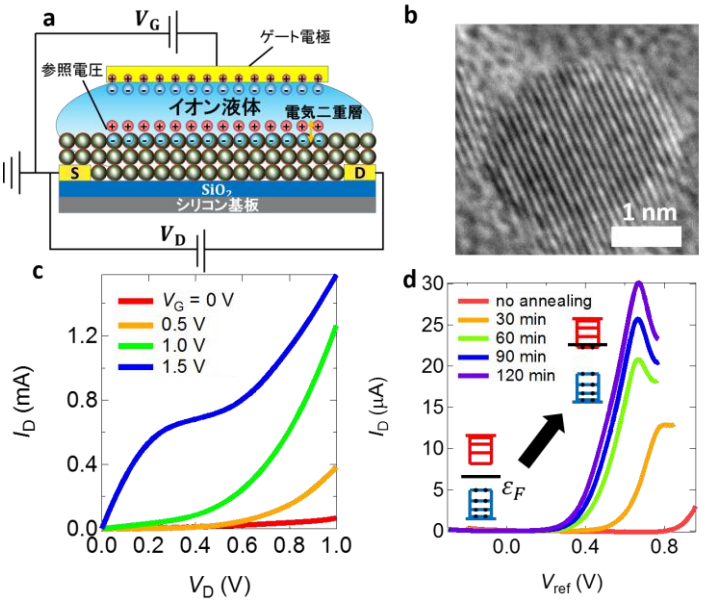

図 (a)コロイド量子ドットの EDLT の絵, (b)PbTe コロイド量子ドットの TEM 写真, (c)出力特性のグラフ, (d)アニールする時間による伝達特性のグラフ

【実験】PbS の先行研究を参考に以下の 2 つを行った。①チオシアン酸アンモニウム(SCN)、3-メルカトプロピオン酸(MPA)、1,2-エタンジチオール(EDT)の 3 種類の配位子[2][3]から最も PbTe コロイド量子ドット薄膜に適した配位子の選択②イオン液体による電気二重層トランジスタ(EDLT)(図(a)) を用いたキャリアドープを行い薄膜の電気伝導特性の評価

【結果・考察】①EDT において安定、閾値電圧が小さく移動度の高い薄膜が得られた。②両極性動作を示すことを確認した(図(c))。更に基板を 100℃、30 分間隔でアニールし閾値電圧の減少、キャリア移動度の向上、伝達特性のグラフでピークの明確な観測を行うことに成功した(図(d))。グラフ上の傾きが負になっていることから量子化準位に由来するものと考えられる。またこれらの実験で PbS コロイド量子ドット薄膜と同程度かそれ以上のキャリア移動度を得ることが出来た。[2] 本研究の結果はコロイド量子ドット薄膜の電気伝導測定によるバンド構造のスキャニングに成功したことも意味している。

[1]R. D. Schaller, V. I. Klimov. *Phys. Rev. Lett.* **92**, 186601 (2004) [2]S. Z. Bisri, et al. *Adv. Mater.* **25**, 4309-4314 (2013) [3]K. S. Jeong, et al. *J. Am. Chem. Soc.* **133**, 15753-15761 (2011)

© 2017年 応用物理学会