

有機・無機複合可溶性半導体: $\text{CH}_3\text{NH}_3(\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{I}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) の
電子物性とデバイス作製

Electrical Property and Device Fabrication of Organic-Inorganic Hybrid Soluble
Semiconductor: $\text{CH}_3\text{NH}_3(\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{I}_3$ ($0 \leq x \leq 1$)

北大院総化¹, 北大院理², JST-CREST³ ○大崎 剛¹, ジーヤンカルロ S. ロレーナ¹, 長谷川 裕之^{2,3},
高橋 幸裕^{1,2,3}, 原田 潤^{1,2,3}, 稲辺 保^{1,2,3}

¹ Graduate School of Chemical Sciences and Engineering, Hokkaido University

² Faculty of Science, Hokkaido University

³ CREST, Japan Science and Technology Agency

○ Tsuyoshi Osaki¹, Giancarlo S. Lorena¹, Hiroyuki Hasegawa^{2,3},

Yukihiro Takahashi^{1,2,3}, Jun Harada^{1,2,3}, Tamotsu Inabe^{1,2,3}

E-mail: tsuyo@ec.hokudai.ac.jp

有機・無機複合金属ハロゲン化物ペロブスカイト化合物 (Fig. 1) は無機骨格の構成元素の組み合わせだけでなく、組み合わせる有機分子によって構造が変化し、電子物性を変化させることが可能な化合物である。加えて有機溶媒に可溶で溶液プロセスが適用可能であることから、近年薄膜トランジスタや増感型太陽電池材料として注目されている。

本研究では、狭いバンドギャップ (0.46 eV) を持ち自発的ホールドーピングにより例外的に高伝導性を示すことが知られているヨウ化スズ系ペロブスカイト (Sn-I系) と広いバンドギャップ (1.45 eV) を持ち絶縁体であることが知られているヨウ化鉛系ペロブスカイト (Pb-I系) を合金化することで電子構造、電子物性を制御し、デバイスに最適な特性を有する材料の開発を目的としている。ここで対象とした化合物は、メチルアンモニウムを有機カチオンとした立方晶ペロブスカイトである。

これらの混晶 ($\text{CH}_3\text{NH}_3(\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{I}_3$) はヨウ化水素酸もしくは有機溶媒中で作製し、そのSn-Pb含有率はICP原子発光分光法で決定した。拡散反射スペクトルから、今回得られた混晶は期待通りSnの添加によってバンドギャップの減少が見られた。また、Sn-richな領域とPb-richな領域を持つ不均一な材料系であることが示唆され、以前我々が層状ペロブスカイトの混晶で得た結果とも一致した。スズの導入の効果以上に室温比抵抗値が低下している領域が見られる (Fig. 2) のもこの不均一な組成に由来するものと考えられる。

これらの材料の組成によるデバイス特性への効果を調べるため、電界効果トランジスタ (FET) 等のデバイス作製を試みた。FETはマテリアルプリンタ (Fig. 3) を用いたインクジェットパターンニングにより作製した。電極材 (金) のナノインクを酸化膜付きシリコン基板上に印刷後、焼結して電極を作製し、更に電極間にペロブスカイト溶液を印刷してFET構造を作製した。Sn100%のペロブスカイト膜では、弱いp型の特性が見られた。

これら (Pb, Sn)-I系ペロブスカイトの物性、およびこれらの材料を用いたデバイス特性について詳細を報告する予定である。

参考文献: 1) Yukari Takahashi et al., *Dalton* 40, 5563-8 (2011).

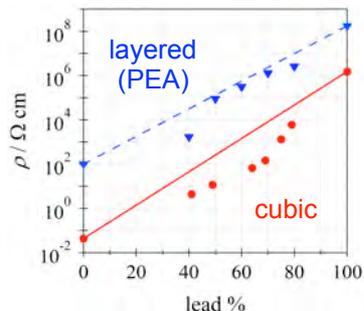


Figure 2

(Sn, Pb)-I系層状ペロブスカイト (PEA) と立方晶ペロブスカイト (cubic) のPb含有率に対する室温比抵抗

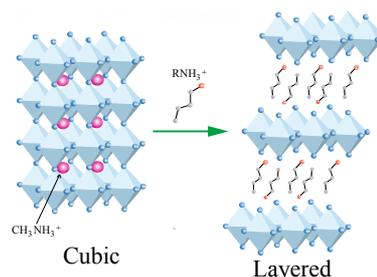


Figure 1

有機・無機複合ペロブスカイトの構造

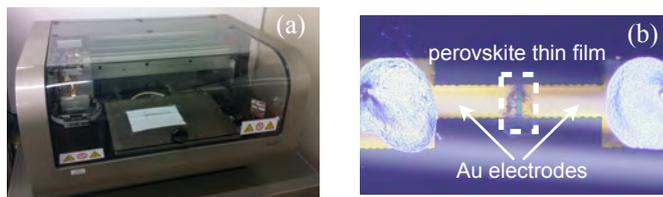


Figure 3

マテリアルプリンタ装置 (a) と作製したFET (b)