

ヨウ化銅バルク単結晶の育成と物性評価

Bulk Single Crystal Growth of Copper Iodide and Physical Property



東工大¹, 富士通², 物質・材料研究機構³, Samsung Electronics⁴, ^{○(DC)}小安 智士¹, Jhon

D Baniecki², 梅澤 直人^{3,4}, 山口 晃¹, 宮内 雅浩¹

Tokyo Tech¹, Fujitsu², NIMS³, Samsung Electronics⁴, ^{○(DC)} Satoshi Koyasu¹, Jhon D Baniecki²,

Naoto Umezawa^{3,4}, Akira Yamaguchi¹, Masahiro Miyauchi¹,

E-mail: mmiyauchi@ceram.titech.ac.jp

1. 緒言

近年、ヨウ化銅 (CuI) の電子デバイスへの応用が盛んに研究され、特に、有機鉛ヨウ化物ペロブスカイト太陽電池の正孔輸送層として利用され、高い変換効率が得られている。¹ 異種の半導体材料を接合するうえで半導体の価電子帯や伝導帯の位置、フェルミ準位などはデバイスの特性に大きな影響を与えるため、これらの物性を正確に把握することが極めて重要である。本研究では CuI の単結晶を育成し、デバイスの構築に必要な電子物性の測定を行った。

2. 結晶育成

CuI に関して既往の結晶育成方法で 5 mm 以上の単結晶が得られている例は極めて少ない。そこで大型結晶を育成するための手法を開発した。CuI は純水に不溶であるがヨウ化アンモニウム水溶液に溶解することを利用して温度差法による結晶育成を行った。結晶育成温度や溶液の攪拌などの育成条件を最適化し、立方体状の単結晶を得ることができた。Fig 1 (a)に育成した CuI 単結晶を(001) 面でカットして作製した基板の写真を示す。

3. 物性評価

半導体デバイスにとって特に重要である価電子帯や伝導帯の位置やフェルミ準位、アクセプター準位の決定を行った。価電子帯の位置は光電子分光法 (XPS/UPS) によって決定した。伝導帯の位置は価電子帯位置に蛍光スペクトルで決定したバンドギャップエネルギーを加えることによって計算した。CuI のフェルミ準位は CuI 基板と接触している金 (Au) を標準物質として光電子分光法によって測定した。アクセプター準位は温度依存ホール効果測定によってキャリア濃度の温度依存性を測定し、アレニウスプロットの傾きから計算した。これらのエネルギー準位を Fig 1 (b) にまとめた。また、ホール効果によって測定された移動度はワイドギャップの p 型半導体にも関わらず非常に高い値 ($26 \sim 42 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$) を示した。

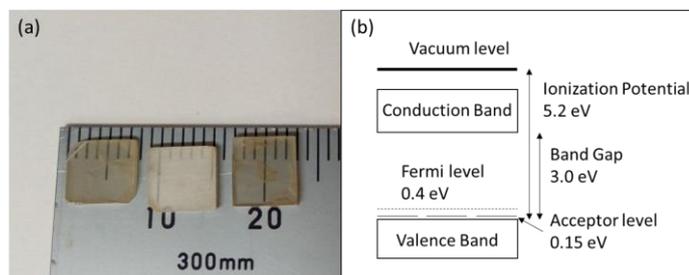


Fig 1. Single crystal substrate of CuI (001) face grown by temperature difference method (a), Band alignment of CuI (001) face (b).

1. W. Sun, S. Ye, H. Rao, Y. Li, Z. Liu, L. Xiao, Z. Chen, Z. Bian and C. Huang, Nanoscale, 2016, 8, 15954–15960.