

TlBr 単結晶の大型・高品質化に向けた原料精製プロセスの改良

Improvement of purification process of raw material at aiming large size and hiquality of TlBr single crystal

*山石 直也¹, 金子 純一¹, 中村 憲法¹, 長谷川 達也¹, 樋口 幹雄¹

人見 啓太郎², 長野 宣道², 野上 光博²

¹北海道大学工学院, ²東北大学工学研究科

TlBr 検出器用単結晶合成のため、500g 以上の試料を一度に処理可能な蒸留装置、帯域精製装置を設計・試作した。4N 原料を純化し、各過程で不純物評価を試みた。ブリッジマン法により単結晶を育成し、検出器を製作した。電荷収集効率は最大 30%程度にとどまり純化の不足が明らかとなった。

キーワード： 臭化タリウム (TlBr) , 半導体検出器, γ 線検出器, 精製, 結晶育成

1. 緒言 TlBr は高密度・高原子番号を持つ優れた常温動作 γ 線検出器材料として、環境測定や PET 等医療診断装置への応用が期待されている。東北大の人見が開発を世界的に牽引してきたが、現状 5mm 角結晶で電荷収集効率が 80%台後半にとどまり、100~200g/バッチの原料精製に数か月要するといった課題が残っている。商用化に向け相対的に安価な 4N 純度の原材料を kg/バッチ以上精製可能な製造技術の確立を目指し、蒸留、帯域精製、ブリッジマン法を組み合わせ TlBr 単結晶を合成し、検出器としての性能評価を行った。

2. 実験 4N 純度の TlBr 粉末から検出器用 TlBr 単結晶を育成するため 500g/バッチ以上の精製能力を有する蒸留、帯域精製装置を設計・試作した。蒸留精製 2 回、帯域精製 70 回弱行い、エネルギー分散型 X 線分光法により各段階における不純物評価を行った。純化した材料から垂直ブリッジマン法により単結晶育成を行い、直径 12mm の結晶を得た。図 1 に示すように得られた結晶を厚さ 1.5mm 程度に切断、機械・化学的研磨後、金電極を蒸着し検出器化し、¹³⁷Cs からの 662keV γ 線に対する γ 線応答関数の測定をした。

3. 結果・考察 図 2 は評価用検出器の γ 線応答関数測定例である。リファレンスとして東北大学で 5N 純度材料から合成した厚さ 4mm の TlBr 単結晶と比較したところ、北大製試料は電荷収集効率が最大で 30%程度であることが明らかとなった。また合成結晶の下部ほど電荷キャリア輸送特性が優れていることがわかった。結論として、材料の純化が全く不足していること、帯域精製を 70 回近くかけた材料に対してもブリッジマン法が有効な純化手段として機能することが明らかとなった。

今後、ブリッジマン法の不純物低減過程への導入等、純化の効率を改善すると共に数 kg/バッチ材料の処理を可能とする精製装置の設計・製作し、TlBr 結晶の電荷キャリア輸送特性の改善を目指す。

*Naoya Yamaishi¹, Junichi Kaneko¹, Norimichi Nakamura¹, Tatsuya Hasegawa¹, Mikio Higuchi¹, Keitaro Hitomi², Nobumichi Nagano², Mitsuhiro Nogami²

¹Faculty of Engineering, Hokkaido University, ²Graduate School of Engineering, Tohoku University

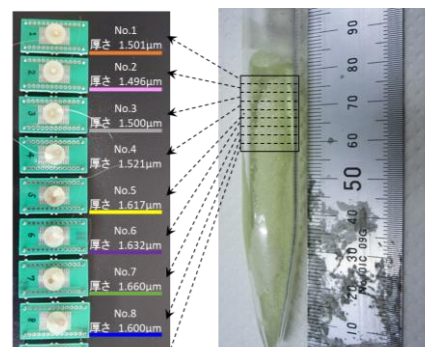


図 1 育成した結晶と切り出し位置

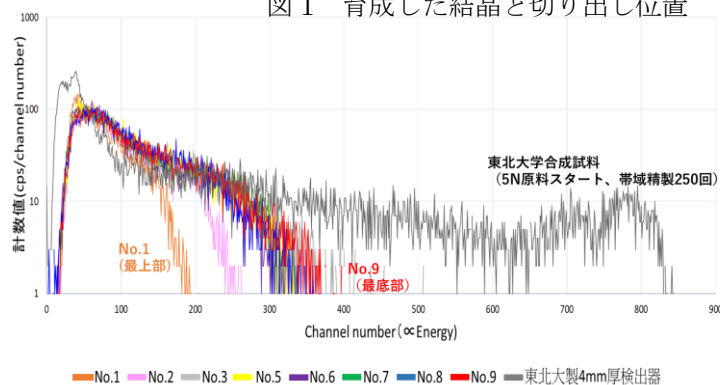


図 2 切り出し位置による γ 線応答関数の変化
(¹³⁷Cs からの 622keV γ 線)