

希塩酸法によって生成された BiOCl の $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ 中の成長メカニズム
 Growth mechanism of BiOCl in $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ made by a dilute hydrochloric acid method
 長岡技術科学大学 極限エネルギー密度工学研究センター¹, 電気系², 情報通信研究機構³

○小瀧 侑央¹, 西方 翼², 川上 彰³, 加藤 孝弘², 安井 寛治², 鈴木 常生¹, 中山 忠親¹, 末松 久幸¹, 新原 皓一¹

Y. Kotaki¹, T. Nishikata², A. Kawakami³, T. Kato², K. Yasui², T. Suzuki¹, T. Nakayama¹, H. Suematu¹ and K. Niihara¹

¹Extreme Energy-Density Research Institute, Nagaoka University of Technology

²Dept. Elec. Eng., Nagaoka University of Technology

³Advanced ICT Research Institute, National Institute of Information and Communications Technology

E-mail: †k_yukio@etigo.nagaokaut.ac.jp

Kleiner らによって高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ (Bi-2212) 中の固有ジョセフソン効果が発見されて以来[1]、精力的にジョセフソン接合に関する基礎特性が研究されてきた。中でも 2007 年に Ozyuzer 等は THz 帯電磁波の放射現象を Bi-2212 固有接合デバイスにおいて発見した。このデバイスは新たな THz 帯の発振器として注目を集め、多くの研究がなされている。現在までに放射はジョセフソン発振周波数と固有接合スタックを空洞共振器とした場合の共振周波数が一致した時に生ずると理解されている。また、その放射強度は接合数の二乗に比例すると報告されている[2]。しかし、発振器として利用するためにはその発振強度の更なる向上が課題とされる。より強い発振を得るためには接合数が多く Bi-2212 の c 軸方向に面積が一定であるデバイスが必要となる。その為、緻密なデバイス作製技術が要求される。現在、固有接合スタックは主に物理エッチングによって作製されており、作製したスタックの端部に照射損傷を受けることが不可避である。

一方、我々はこれまで化学反応を利用した希塩酸法[3]を用いて接合端部に照射損傷が発生しないデバイス作製法について研究を進めてきた。希塩酸法によって作製されるデバイスの構造をコントロールするためには希塩酸と Bi-2212 が反応した際に生成される BiOCl の成長メカニズムを明らかにする必要がある。本報告では BiOCl 成長メカニズムを明らかにすることを目的として Bi-2212 中の a, c 軸方向における BiOCl の成長速度の観察を行ったので報告する。

自己フラックス法によって作製された Bi-2212 の単結晶を用いて実験を行った[4]。フォトリソグラフィを用いて表面にレジストを塗布・パターニングした Bi-2212 結晶を希塩酸に浸漬させることでデバイスを作製した。その際、希塩酸濃度、浸漬時間と水溶液温度を変化させ実験を行った。生成した BiOCl の形状を観察するため集束イオンビーム加工装置(FIB)でデバイスを加工し、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いてアンダーカットの微構造を観察した。観察結果を Bi-2212 の c 軸方向と ab 面内方向それぞれまとめたものを Figs.1 と 2 に示す。Fig.1 は水溶液温度を横軸に、それぞれの希塩酸濃度の時の Bi-2212 の ab 面内の反応速度定数を縦軸にアレニウスプロットしたものである。各希塩酸濃度における結果が線形に乗っていることから BiOCl は Bi-2212 の ab 面内方向には反応律速によって成長することがわかった。Fig.2 は浸漬時間の平方根を横軸に、Bi-2212 の c 軸方向に生成された BiOCl の深さをプロットしたものである。Fig.2 より生成深さは時間の平方根に比例していることがわかった。したがって BiOCl は Bi-2212 の c 軸方向に拡散律速によって成長していることがわかった。

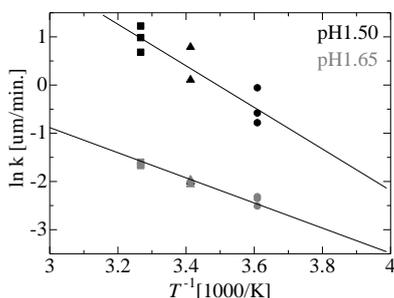


Fig.1 BiOCl の ab 面内方向の反応速度定数

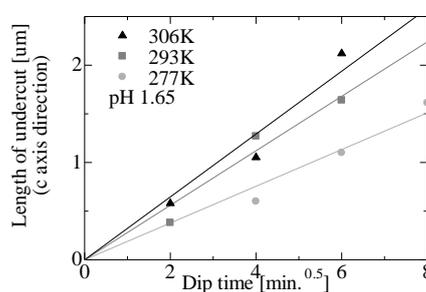


Fig.2 BiOCl の c 軸方向の生成量の浸漬時間

参考文献 の水溶液温度依存性

依存性

[1] R. Kleiner *et al.*, Phys. Rev. Lett., vol.68 (1992) pp.2394-2397.

[2] L. Ozyuzer *et al.*, Science, vol. 318 (2007) pp.1291-1293.

[3] T. Kato *et al.*, TEION KOGAKU (J. Cryo. Super. Soc. Jpn), vol. 46 No. 8 (2001) pp. 489-494

[4] H. Ishida *et al.*, Physica C, vol.412 (2004) pp.1406-1409.