

垂直ブリッジマン法による LiTaO_3 単結晶の育成

LiTaO_3 single crystal growth by Vertical Bridgeman Technique

○西村 英一郎¹、岡野 勝彦¹、飯田 潤二¹、干川 圭吾²

(住友金属鉱山(株)¹、信州大学²)

○Eiichiro Nishimura¹, Katsuhiko Okano¹, Junji Iida¹, Keigo Hoshikawa²

(1.Sumitomo Metal Mining CO., LTD. , 2.Shinshu University)

E-mail: Eiichiro_Nishimura@ni.smm.co.jp

【背景および目的】

タンタル酸リチウム (LT ; LiTaO_3) 結晶は主に表面弾性波 (SAW) デバイス向け材料として使用されており、工業的には主に高周波誘導加熱方式を用いた CZ 法で育成されている。CZ 法では、結晶直径を制御するために、融液中の径方向の温度勾配を高く保つ必要がある。その結果、成長結晶内部の温度分布に起因して、リネージやクラックなどのマクロな結晶欠陥が発生し¹⁾、良品ウエハの歩留まりを低下させる。

我々は、低温度勾配化下で結晶成長が可能で、リネージやクラックなどの低減が期待できる垂直ブリッジマン (VB ; Vertical Bridgeman) 法²⁾を用いて LT 単結晶の育成を検討した。さらに、高周波誘導加熱方式に比べ低コスト化が可能な、カーボンヒータを用いた抵抗加熱方式にて検討を行ったので、その結果について報告する。

【実験方法】

LT結晶育成は抵抗加熱式VB 炉にてカーボン発熱体を用いてAr 雰囲気中で行った。CZ法で育成した種結晶と白金るつぼを使用し、実験炉内の固液界面近傍の温度勾配は $10\sim 20^\circ\text{C}/\text{cm}$ 、成長速度 $2\text{mm}/\text{h}$ 、るつぼ回転 1rpm として、VB法にて結晶成長を行った。育成結晶は炉から取り出した後、大気中、 1400°C で熱処理を行った。その後、熱処理した結晶を粉砕し、DSC (示差走査熱量測定) によりキュリー温度を測定した。また、得られた結晶から試料を切り出し、結晶透過X線トポグラフにより欠陥の観察を行った。

【実験結果・考察】

Fig.1 に育成した LT 単結晶の外観写真を示す。多結晶やクラックの発生のない LT 単結晶が育成されていることがわかる。また、育成した LT 単結晶のキュリー温度は $600\sim 610^\circ\text{C}$ であり、CZ 法で育成した LT 単結晶と同等の値を示した。キュリー温度と結晶組成は相間関係があるため、VB 法で育成した LT 単結晶は、CZ 法で育成した LT 単結晶と同等組成であるものと推察される。透過X線トポグラフによる観察の結果、CZ 法で育成した種結晶が多くのリネージを含んでいるにもかかわらず、VB 法で育成した部分は成長に伴ってリネージが減少していることが分かり、VB 法がリネージの低減に有効であることが確認された。



Fig.1 Photograph of LiTaO_3 grown crystal by VB technique

<参考文献>

1) 梶ヶ谷 他、タンタル酸リチウム結晶中の転移の観察、2016 年春季応用物理学会講演会予稿 19p-H112-6

2) 干川、垂直ブリッジマン法により機能性単結晶成長、日本結晶成長学会誌 Vol.42 No.2 (2015) 110