

金属元素ドーピングLiTaO₃基板の表面弾性波特性評価

Evaluation of SAW Properties of Metal-Doped LiTaO₃ Substrates

○杉山 正史¹、寺島 彰¹、梶ヶ谷 富男¹、飯田 潤二¹、宇田 聡²、橋本 研也³

(1. 住友金属鉱山、2. 東北大金研、3. 千葉大院工)

○Masashi Sugiyama¹, Akira Terashima¹, Tomio Kajigaya¹, Junji Iida¹, Satoshi Uda², Ken-ya Hashimoto³

(1. Sumitomo Metal Mining Co., Ltd., 2. Tohoku Univ., 3. Chiba Univ.)

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

1. はじめに

表面弾性波 (SAW) デバイスはスマートフォンの高周波フィルターとして用いられ、より高性能化・小型化が要求されている。LiTaO₃ (LT) は SAW デバイス用の基板として利用されており、今後さらに進む SAW デバイスの高周波化への対応として、LT 基板表面を伝搬する表面弾性波の高音速化が望まれる。また、比較的低い周波数であるデジタル TV 放送の空き周波数帯域 (ホワイトスペース) の利用を想定した場合には低音速化が望まれる。

そこで本研究では、金属元素をドーピングした LT 単結晶をチョクラルスキー法により育成し、基板表面を伝搬する表面弾性波の速度を変化させることを試みた。基板上に SAW 共振子を作製して周波数特性を測定することにより表面弾性波速度を評価した結果について述べる。

2. 実験

ドーピングした金属元素は、Li サイト置換元素として Fe, Cu, Ga, Mg、Ta サイト置換元素としては Ti, Zr を選定した。各元素の LT 結晶中への固溶限界は圧粉体を高温で固相反応させて、異相の析出がない限界領域を確認することにより決定した。元素の添加は Mg を除き、調和融解組成の LT : Li_{0.94}TaO₃ に所定量の元素を添加する方法 (Li_{0.942}TaM_xO₃) とした。Mg のドーピングについては、9.2mol% の Mg をドーピングした LT 単結晶を育成した。この結晶は化学量論組成と調和融解組成を同時に実現するタンタル酸リチウム (cs-MgO:LT) である[1]。金属元素ドーピング LT 基板上に電子線リソグラフィーにより電極周期 4 μm の 1port SAW 共振子を作

製し、ネットワークアナライザーを用いて共振周波数を測定した。速度 $v = \text{周波数 } f \times \text{周期 } \lambda$ の関係から表面弾性波の速度を求めた。

3. 結果

育成した金属元素ドーピング LT 単結晶の偏析係数 (結晶中の濃度/仕込濃度) および SAW 速度の測定結果を表 1 に示す。アンドーピング LT 単結晶と比較して SAW 速度が大きく変化したドーピング結晶は見られなかった。固体の音速 V は弾性率 E 、密度 ρ を用いて単純には $V = (E/\rho)^{1/2}$ で表される。LT 結晶の密度を支配しているのは重い Ta 元素であり、Li サイト置換では大きな密度変化は望めず、多量の Ta サイト置換が必要であったが、Ta サイト置換元素として選定した Ti, Zr では十分な置換量のドーピング単結晶は得られず、SAW 速度の変化は起こらなかったものと考えられる。

Table 1 Segregation coefficients and SAW Velocity of Metal-Doped LT Substrates

Doped Element	Charged concentration	Segregation coefficient	SAW velocity (m/sec)
Undoped	-	-	3845
Fe	2mol%	1.07	3808
Cu	2mol%	0.28	3808
Ga	6mol%	0.19	3837
Mg	9.2mol%	0.99	3854
Ti	6mol%	0.15	3864
Zr	4mol%	0.65	3836

参考文献

[1] S. Fujii, S. Uda, K. Maeda, J. Nozawa, H. Koizumi, K. Fujiwara, T. Kajigaya : J. Crystal Growth, 383(2013)63