

LiTaO₃/水晶構造上のリーキーSAW特性の解析 — 支持基板の物理定数依存性 —

Analysis of Leaky SAW Propagation Properties for LiTaO₃/Quartz Structure

— Dependence of Physical Constants of Support Substrate —

○(M2) 林 純貴¹, 浅川 詩織¹, 鈴木 雅視¹, 垣尾 省司¹, 桑江 博之², 米内 敏文³, 岸田 和人³, 水野 潤²
(山梨大学¹, 早稲田大学², 日本製鋼所³)

°Junki Hayashi¹, Shiori Asakawa¹, Masashi Suzuki¹, Shoji Kakio¹,
Hiroyuki Kuwae², Toshifumi Yonai³, Kazuhito Kishida³, and Jun Mizuno²
(Univ. of Yamanashi¹, Waseda Univ.², The Japan Steel Works, Ltd.³)

E-mail: g17te022@yamanashi.ac.jp

1. はじめに: SAW デバイスの伝搬特性を向上させるために、弾性表面波(SAW)モードや異種材料を組み合わせる研究が国内外で多くなされている。これまでに著者らは、LiTaO₃(LT)薄板に、LT よりも速い位相速度を有する支持基板(Quartz, c-Al₂O₃)を直接接合した構造において、リーキーSAW(LSAW)の結合係数(K^2)が増加することを理論的、実験的に明らかにした^[1,2]。これは、接合基板同士の速度差により、LSAW の弾性エネルギーが表面付近に集中した効果による高結合化であるが、Quartz は c-Al₂O₃ よりも LT との速度差が小さいにもかかわらず、高結合化の効果が大きい。従って、高結合化には速度差とは異なる要因が存在すると考えられる。

本報告では、支持基板の物理定数(弾性定数 c_{ij} , 誘電率 ϵ_{ij} , 密度 ρ)の各テンソルが、 K^2 に与える影響度について理論的に検討した。

2. 理論解析: 36°回転 Y カット X 伝搬 LT と 35°回転 Y カット(AT カット)90°X 伝搬 Quartz の接合構造を検討した。支持基板の各物理定数 x で K^2 を偏微分した値に、 x を乗算した結果 $[(\partial K^2/\partial x) \cdot x]$ を影響度とした。図 1 に LT 規格化板厚 (h/λ) に対する K^2 への影響度(実線)を示す。ここで、影響度が正であれば x が増加、負であれば x が減少した場合に、 K^2 は増加することを表している。同図中に示した K^2 の解析結果(点線)から、 K^2 が最大となる $h/\lambda=0.15$ 付近において、支持基板の c_{66} の影響度は正であり、 c_{44} , ϵ_{11} , ϵ_{33} , ρ の影響度は負であること、影響度の絶対値は、 ρ , c_{44} , c_{66} , ϵ_{11} , ϵ_{33} の順に大きいことがわかった。また、SAW 伝搬特性に対してほとんど影響を与えないテンソルが存在した。

次に、伝搬方位を固定し、Y 軸からの回転角を 0°から 90°まで変化させた場合の Quartz の c_{44} と c_{66} を求めた。接合構造(LT: $h/\lambda=0.15$)の K^2 の解析結果とともに図 2 に示す。回転角を 0°から増加させると、 c_{44} は一旦減少した後増加、 c_{66} は増加した後減少しており、いずれも 35°

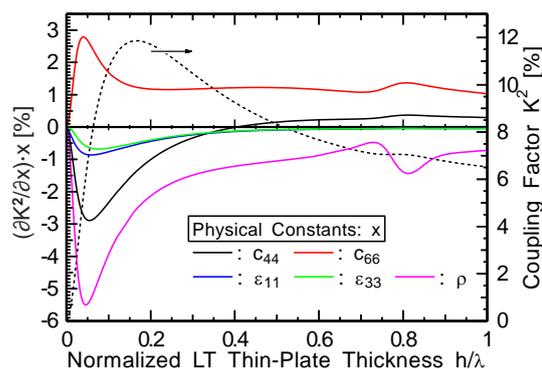


図 1 LT 規格化板厚に対する K^2 への影響度

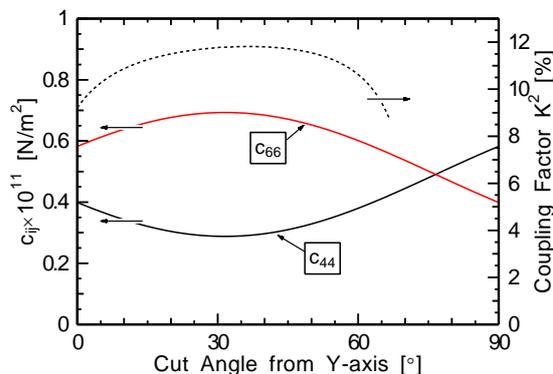


図 2 Y 軸からの回転角に対する c_{ij} と K^2

付近で極値を持つことがわかった。従って、 K^2 増加に対して影響の大きい c_{44} と c_{66} は、AT カットで最適値を示すことがわかった。また、c-Al₂O₃ の物理定数を AT カット 90°X 伝搬 Quartz のものと比較すると、Quartz の c_{44} と ρ が高結合化に有利な値であることがわかった。

今後は、伝搬減衰についても検討し、最適な物理定数を有する支持基板を探索する。

参考文献

- [1] M. Gomi, T. Kataoka, J. Hayashi, and S. Kakio, Jpn. J. Appl. Phys. **56**, 07JD13 (2017).
- [2] J. Hayashi, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 07LD21 (2018).