

基板付き圧電薄膜構造における k_t^2 評価法に寄生インダクタンスが与える影響

Effect of parasitic inductance on k_t^2 extracting method for piezoelectric film/substrate structure

早大先進理工¹, 材研², JST-CREST³ ○(M2) 山中恵理^{1,2}, (B4) 近藤圭太^{1,2}, (M2) 龍見亮汰^{1,2}, 柳谷隆彦^{1,2,3}

Waseda Univ.¹, ZAIKEN², JST-CREST³, °Eri Yamanaka^{1,2}, Keita Kondo^{1,2}, Ryota Tatsumi^{1,2}, Takahiko Yanagitani^{1,2,3}

E-mail: yama-e-731@akane.waseda.jp, yanagitani@waseda.jp

1. まえがき

BAW フィルタ用の圧電薄膜の電気機械結合係数(k_t^2)評価には IEEE standard の共振反共振法^[1]を用いる必要がある。しかし、共振反共振法は基板なし圧電薄膜共振子(FBAR)においてでしか適用できない。基板付き圧電薄膜共振子(HBAR、ウェハ状態)から基板なし圧電薄膜共振子を作製するためには、基板エッチング等の工程で基板を取り除く必要がある。その工程を行う部品メーカーとウェハを供給するメーカーが異なる場合も多く、As-grown ウェハのまま k_t^2 を抽出する意義は大きい。これまで基板付き薄膜共振子の k_t^2 の抽出法として Cheeke らによる共振スペクトル法^[2]が報告されている。しかし、共振スペクトル法は、大電極面積を用いる場合などでは RLC 電気共振が基本音響共振に重なってしまい、測定できなくなる問題がある。そこで、本研究では、実験値から寄生インダクタンス L_s の値を差し引くことで RLC 電気共振の影響を取り除き、 k_t^2 の評価を可能にした。

2. L_s を差し引いた共振スペクトル法(報告法)

共振子のインピーダンスの実測値に計算上で負のインダクタンス成分- L_s をつなげた。これにより寄生インダクタンスによる影響を差し引くことで任意のモード共振に RLC 電気共振が重なる問題を解決した。

共振スペクトル法では k_t^2 以外に SPRF(モード間の並列共振周波数の差)を利用して圧電薄膜の密度と音速を導出することが出来る。小電極面積(0.43 mm^2)と大電極面積(5.62 mm^2)の SPRF を比較したものを Fig. 1 に示す。RLC 電気共振が重ならず k_t^2 を見積もることのできる小電極では、 k_t^2 を見積もることのできない大電極に比べてばらつきが大きいことが確認できる。これは電極面積が大きくなり回折効果が抑えられるためであると考えられる。本報告法

ではその大面積で k_t^2 の測定が可能であり、SPRF による音速測定用の大電極面積を用いた場合でも圧電性の評価を行うことができる。

基本モードの共振周波数において RLC 電気共振が重なってしまう大電極面積(5.62 mm^2)の試料に従来の共振スペクトル法を適用した。その結果、Fig. 2 のように L_s を差し引く前(青プロット)は理論曲線(黒線)と大きく外れ、 k_t^2 が 100%以上となり過大評価されていることがわかる。一方で、本手法を用いて L_s を差し引いて計算した k_{eff}^2 を Fig. 2 (赤プロット)に示す。これより抽出された k_t^2 は 27.0%と求めることができた。以上より、本報告法では電極面積の増加に伴う k_t^2 の過大評価を避け、圧電性の評価を行うことができると確認できた。

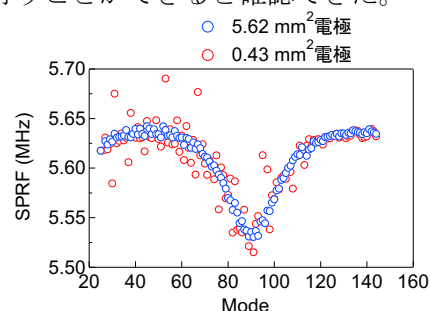


Fig. 1 SPRF of large (5.62 mm^2) or small (0.43 mm^2) electrode area.

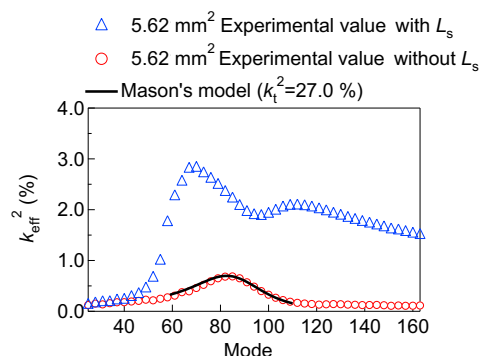


Fig. 2 k_t^2 extracted from resonant spectrum method.

参考文献

- [1] "IEEE Standard on Piezoelectricity (ANSI/IEEE Std 176-1987), "IEEE TUFFC., **43**, (5), 719, (1996).
- [2] Y. Zhang *et al.*, IEEE TUFFC., **50**, (3), 321, (2003).