

c 軸平行配向 ZnO 薄膜を用いた厚みすべりモード共振子における 液体負荷時の周波数特性

Frequency characteristics of thickness-shear mode resonator
consisting of c-axis parallel oriented ZnO film with liquid loading

同志社大¹, 名工大², 早稲田大³ ◯(M2)岩永 陸弥¹, 高柳 真司², 松川 真美¹, 柳谷 隆彦³

Doshisha Univ.¹, Nagoya Inst. Tech.², Waseda Univ.³

◯Rikuya Iwanaga¹, Shinji Takayanagi², Mami Matsukawa¹, Takahiko Yanagitani²

E-mail: takayanagi.shinji@nitech.ac.jp

1. はじめに

厚みすべりモードで駆動する共振子は、液体への振動エネルギー漏洩が非常に小さいため、抗原抗体反応や液体粘度を測定するセンサに応用されている。特に、共振子を薄膜化して軽量にすることで、高感度なセンサが実現できる。これまでに、我々は c 軸が基板面に対して平行に配向した ZnO 薄膜を用いて厚みすべりモードの励振に成功した^[1]。さらに、共振子構造を作製し、粘度の異なる液体を負荷することで共振周波数が変化することを確認した。

本報告では、共振子の周波数特性において、インピーダンス実部の極大値での周波数(並列共振周波数) f_p とインピーダンス絶対値の極小値での周波数 f_m に着目した。そして、液体負荷時の周波数シフトを測定し、シフト量の違いについて検討した。

2. 実験方法

Fig. 1 に作製した厚みすべりモード共振子の構造を示す。共振子に濃度の異なるグリセリン水溶液 (0 wt. %~45 wt. %) を負荷し、ネットワークアナライザ (E5071B, Agilent Technologies) を用いて共振子の周波数特性を測定した。グリセリンの濃度変化により負荷液体の粘度と密度が変化し、周波数シフトが起きる。0 wt. % の f_p と f_m を基準として、各濃度における f_p と f_m の周波数シフトをそれぞれ算出した。なお、 f_p 、 f_m ともに 1 次モードと 2 次モードについて測定した。さらに、共振子の等価回路モデルから理論値を計算し比較を行った。

3. 実験結果、考察

周波数特性を測定した結果、1 次モードの f_p が 131.8 MHz、 f_m が 131.5 MHz、2 次モードの f_p が 262.1 MHz、 f_m が 261.8 MHz であった。また、 f_m の 1 次と 2 次モードの周波数温度特性 (TCF) はそれぞれ -49.6 と -39.0 ppm/°C であった。Fig. 2 に f_p と f_m の周波数シフトの実測値と理論値を示

す。なお、シフト量のエラーバーは 15 ppm 以下であった。Fig. 2 より、グリセリン濃度が増加するにつれて、シフト量が大きくなることが確認できた。 f_p と f_m を比較すると、実測値、理論値ともに f_m のシフト量が大きい。また、1 次モードと 2 次モードでは、1 次モードのシフト量が大きくなっている。 f_m は実測値と理論値が良い一致を示しており、 f_m の 1 次モードに着目することで高感度な液体粘度測定が期待される。一方、 f_p は実測値と理論値に大きなずれがあるため、測定手法を再検討する必要がある。

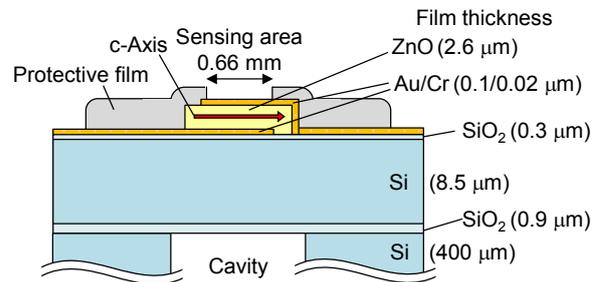


Fig. 1 Structure of the thickness-shear mode ZnO multilayer resonator.

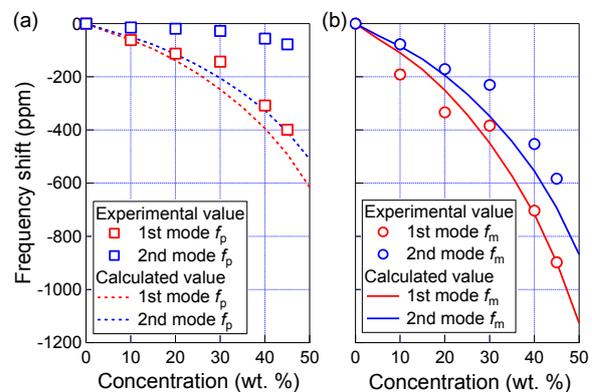


Fig. 2 Frequency shifts of (a) f_p and (b) f_m .

参考文献

- [1] T. Yanagitani, et al., *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control*, **54**, 1680 (2007).