

c 軸傾斜配向 ScAlN 薄膜を用いた擬似すべりモード基板付き共振子による 液体試料の MHz 帯-GHz 帯にわたる粘性評価

Liquid viscosity evaluation in the MHz-GHz range by using the quasi-shear mode resonator
consisting of c-axis tilted ScAlN thin films/quartz crystal substrate

早大院・先進理工¹, 材研², JST さきがけ³ ○(M1)山川 愉生^{1,2}, (M1)唐澤 嶺^{1,2}, 柳谷 隆彦^{1,2,3}

Waseda Univ.¹, ZAIKEN², JST-PRESTO³, °Yui Yamakawa^{1,2}, Rei Karasawa^{1,2}, and Takahiko

Yanagitani^{1,2,3}

E-mail: yui-ymkw@moegi.waseda.jp, yanagitani@waseda.jp

1. はじめに

粘性液体の周波数特性研究において, MHz 帯から GHz 帯にわたる測定周波数が望まれる. 従来のセンサに QCM (Quartz Crystal Microbalance) や FBAR (Film Bulk Acoustic Resonator) があるが, 基本的にそれぞれ MHz 帯, GHz 帯でのみ動作する. 測定精度やリアルタイム性の向上のためには, 単一デバイスを用いた広域周波数掃引が必要である.

そこで我々は, 上部電極/圧電薄膜/下部電極/基板構造からなる HBAR (High overtone Bulk Acoustic Resonator) に注目した. Fig. 1 に示すように, 単一の HBAR を用いることで, 従来のデバイスでは実現できない多数の共振周波数を広範囲にわたって扱うことができる.

本報では, HBAR 粘性センサの有用性を検証するため, 粘度の標準としてグリセリン水溶液を用いて, その濃度の変化に伴う反共振周波数シフトを測定し, 評価した.

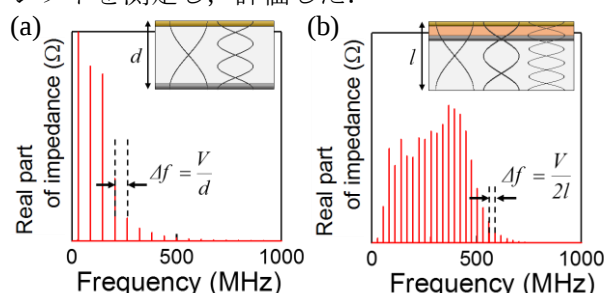


Fig. 1 Simulated results of resonant frequency peaks in (a)QCM and (b)HBAR

2. 実験方法

Fig. 2 のような構造を持つ HBAR を作製し, 実験を行なった. 温度一定環境の下, この HBAR に 6 種の異なる濃度のグリセリン水溶液 (0-97 wt.%) を接触させたときの反共振周波数をネットワークアナライザ (E5071C, Agilent Technologies) で測定した.

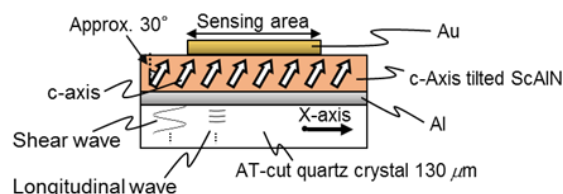


Fig.2 HBAR sensor consisting of c-axis tilted ScAlN on temperature stable AT-cut quartz crystal

3. 反共振周波数の測定

Fig. 3 に示すように, 液体の濃度増加に伴う反共振周波数のシフトが確認できる.

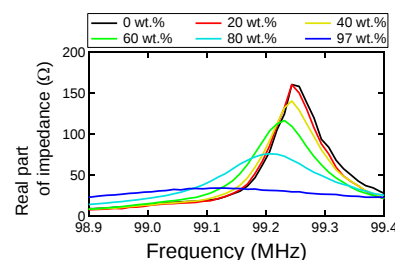


Fig. 3 Experimental anti-resonant frequency shift due to the change in liquid viscosity

4. 周波数シフトの測定

0 wt.%グリセリン水溶液を基準とした反共振周波数シフトを Fig. 4 に示す. 30 MHz から 1.5 GHz の非常に広い周波数域において周波数シフトが一測定で観測された. Fig. 4(a)をみると, 200-500 MHz 領域にデータのばらつきが顕著にみられるが, この原因は基板の異方性などによるピークの歪みであると思われる.

一方で, Fig. 4(b)では実測シフトが理論曲線に比べ小さく観測されている. これは高濃度グリセリン水溶液の弾性によるもので, 本報で用いられている等価回路モデルが粘弾性液体の挙動を表現できないためである.

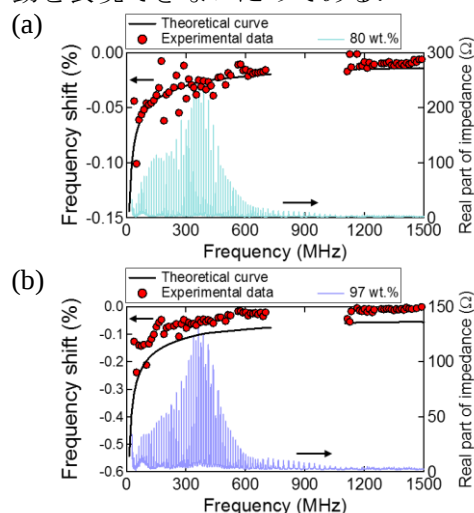


Fig. 4 Experimental and theoretical anti-resonant frequency shifts from 0wt.% glycerin solution in (a)80 wt.%, (b)97 wt.% glycerin solutions