

# ほぼゼロの周波数温度特性を 有する薄板バルク弾性波デバイス

**新潟大学 工学部**  
**機械システム工学プログラム**  
**教授 安部 隆**

2022年11月17日

# 従来技術とその問題点

## 現状の到達点

バルク弾性波(BAW)および表面弾性波(SAW)デバイスの温度特性向上は周波数制御デバイスやセンサの高性能化で重要であり、積層や張り合わせ基板を用いて、1ppm/°Cレベルまで温度特性を向上する取り組みが多数報告されている。

## 問題点

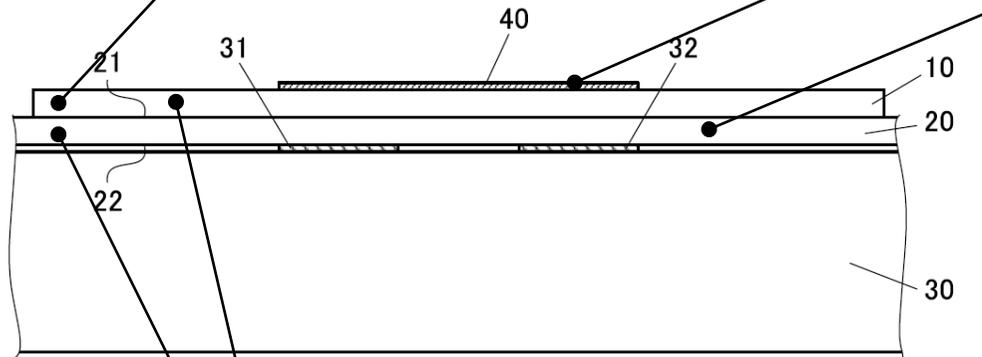
生産技術の観点で高周波化に対応可能なBAWデバイスの構成、ppbレベルまで温度特性を調整できる方法はまだ検討段階である。

# 本技術の構成

本技術は、厚み滑り振動を有する水晶板を支持基板上に接合したバルク弾性波デバイスに関するものである。支持基板上に貼り付けた水晶板を励振させることができたため、研磨プロセスによる薄板化に対応している。また、使用する支持基板により、周波数温度係数を調整可能であり、常温付近を含む広い温度範囲でほぼゼロの周波数温度係数を示すなど優れた温度特性を有している。

# 本技術の詳細

上部圧電板を  
TSMで振動



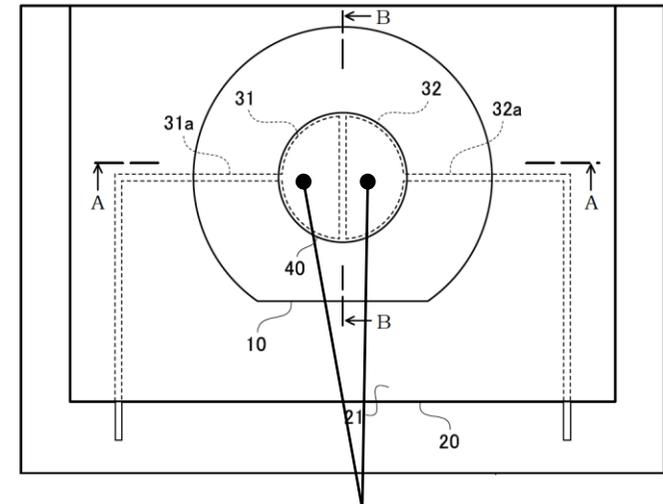
下部圧電板の3つの働き

電界の減衰抑制、  
機械強度維持、TCF調整の効果

上部圧電板と結晶角度の調整で  
TCFをppb/°C台に調整可能

上部浮遊電極、本特許中の適用事例で  
有配線の事例(フィルタ、センサ)も紹介

上部圧電板を選択的に振動させるため、  
下部基板の微細加工、厚み変更も紹介

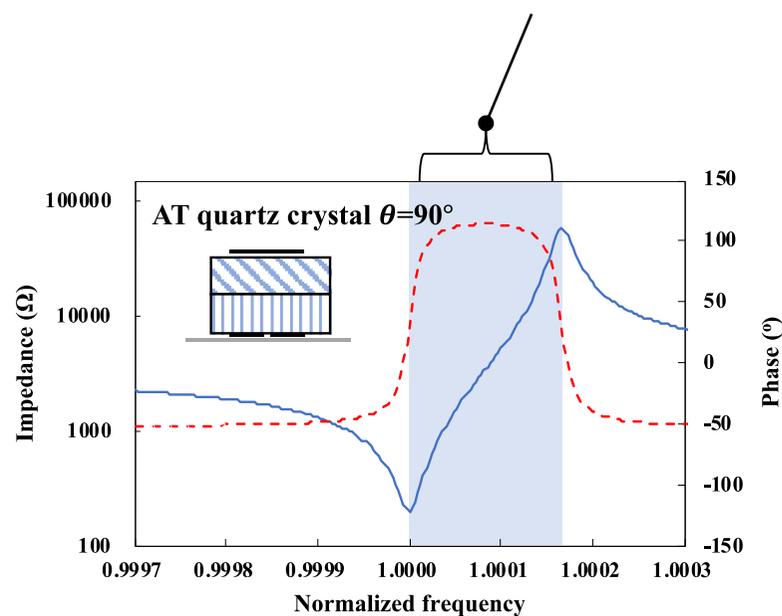
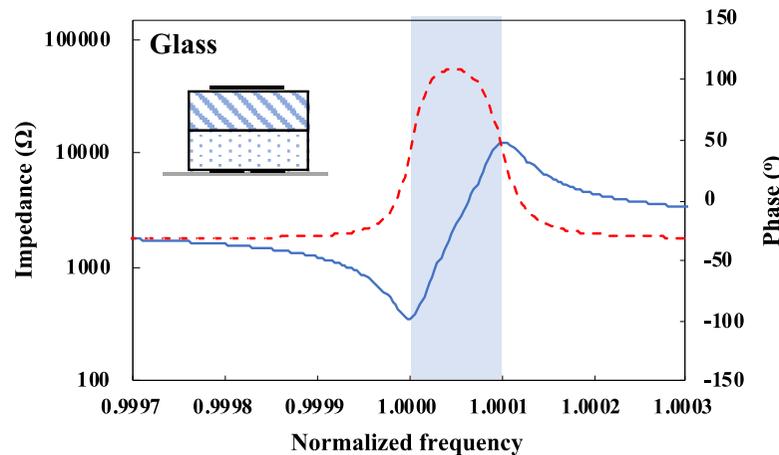
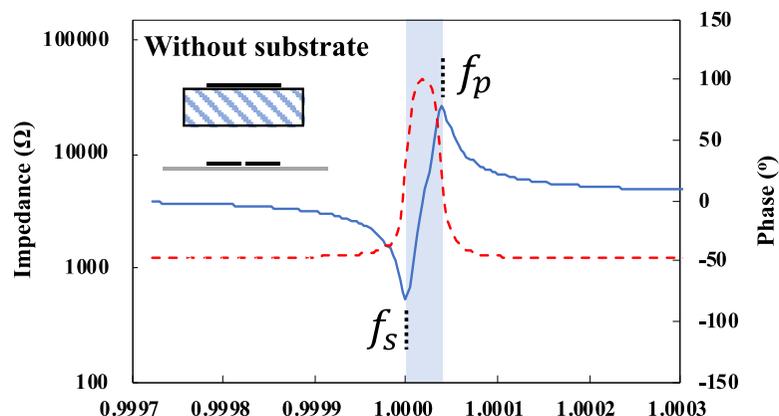


2つのTSM振動子からなり、  
反平行で振動する。

励振電極はx軸方向が長手方向

# 実証データ

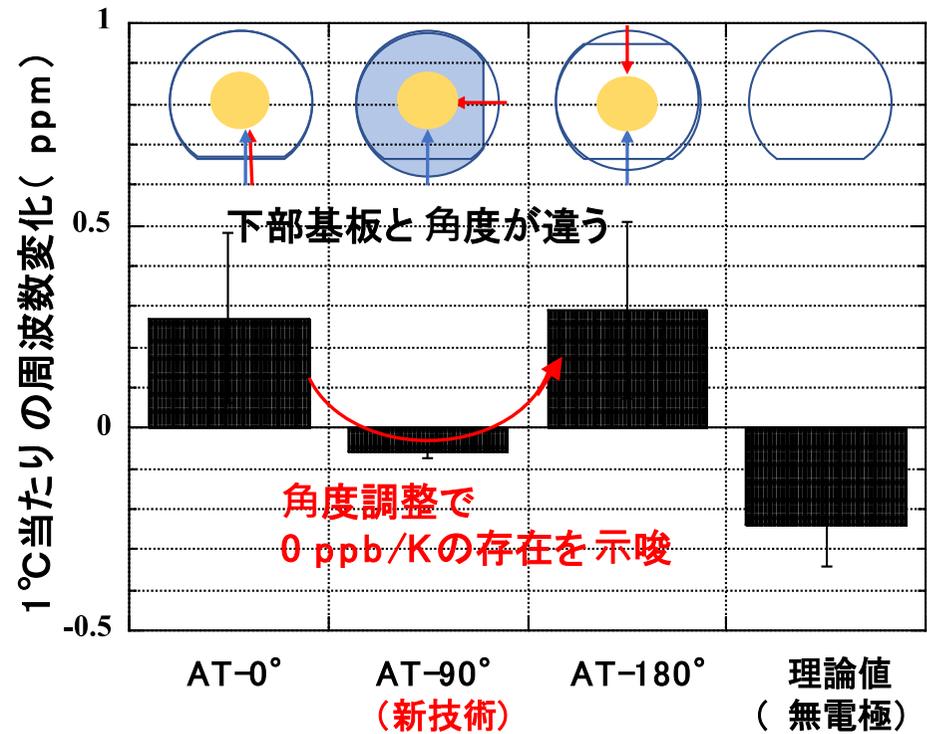
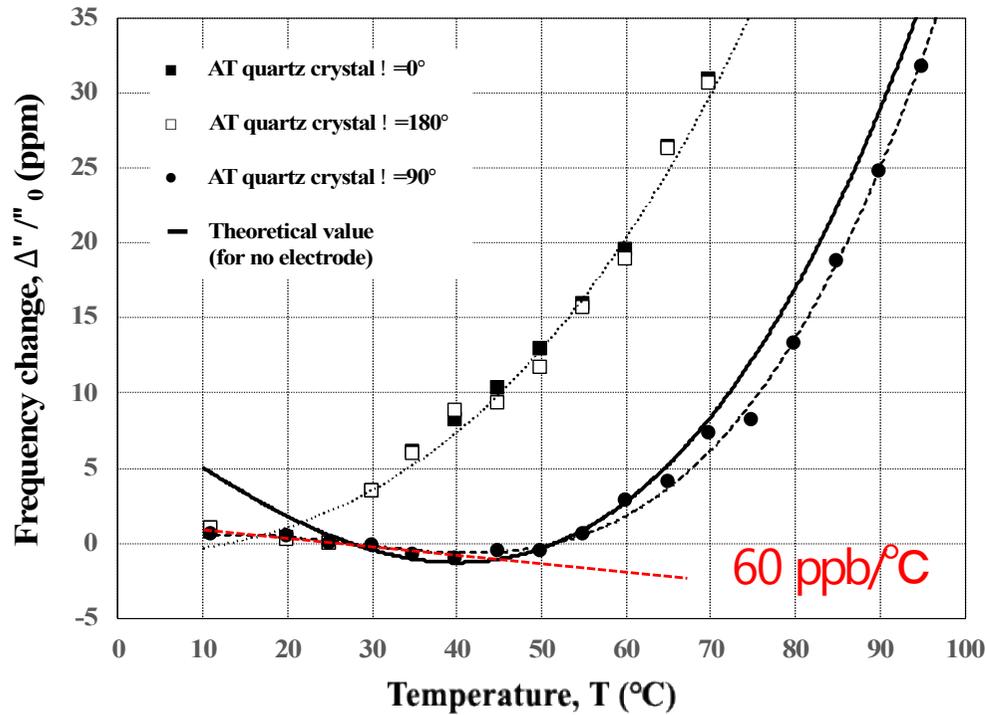
## インピーダンススペクトルからの振動特性検証



電気機械結合係数が大幅に改善している。

# 実証データ

## TCF改善の実証



常温付近のTCFがさらに改善していることを実証

# 実証データ

## QCMセンサとしての検証

	支持基板なし	Glass	AT-cut ( $\theta = 0^\circ$ )	AT-cut ( $\theta = 90^\circ$ )	AT-cut ( $\theta = 180^\circ$ )	段差計(推定)
Frequency shift (kHz)	86.6	97.9	80.1	87.7	83.9	
Mass ( $\mu\text{g}$ )	17.6 <sup>a</sup>	19.9 <sup>a</sup>	16.9 <sup>a</sup>	17.9 <sup>a</sup>	17.1 <sup>a</sup>	18.7 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>
LOD (ng)	0.18	0.19	0.18	0.21	0.14	

<sup>a</sup> These masses were calculated from Sauerbrey's equation

<sup>b</sup> The measured value was calculated from the thickness measured by a stylus profilometer

TSMで振動し、上部基板の厚さ変化を検出していることを実証

## 新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、精密研磨による薄板化に対応したBAWデバイスを考案した。
- TCFを正から負の値まで調整可能になった。
- 本技術の適用により、高周波化対応、任意の周波数温度特性に調整したBAWデバイス用複合圧電ウェハを提供可能になった。

## 想定される用途

- BAWデバイス用複合圧電ウェハの提供
- 高い電気機械結合定数による負荷容量の大きな用途（質量センサ、容量センサ）への応用
- 複数のBAWデバイス、上部電極への配線によるフィルター、集積化センサへの応用

## 実用化に向けた課題

- 現在、狭い条件について、原理の実証をしたばかりであり包括的な研究が必要。
- 板厚、電極厚や貼り合わせ角度などの因子のTCFへの影響について実験データの取得が必要
- 実用化に向けて、最適な実装法、接合法、広範囲の温度でのTCFの評価、調整方法の検討が必要

## 企業への期待

- BAWデバイス、センサ用ウェハなどの**素材生産を強みとする企業との共同研究**を希望。
- 新たな用途を検討している企業と**学会発表前に実験データを共有**し、用途の先行的な試験研究を実施したい。

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : バルク弾性波デバイス及びその製造方法
- 出願番号 : 特願2022-084910
- 出願人 : 新潟大学
- 発明者 : 安部 隆、佐谷 元

# お問い合わせ先

## 新潟大学地域創生推進機構

**TEL 025-262-7554**

**FAX 025-262-7513**

**e-mail; onestop@adm.niigata-u.ac.jp**