

## 表面弾性波共振器を用いた極低温環境における水晶基板の欠陥評価 Evaluation of defect center ensemble in quartz with surface acoustic wave resonator at cryogenic temperature

東京工業大学<sup>1</sup>, 産業技術総合研究所<sup>2</sup> ◯平山 勝登<sup>1,2</sup>, 中村 秀司<sup>2</sup>, 岡崎 雄馬<sup>2</sup>,  
高田 真太郎<sup>2</sup>, 金子 晋久<sup>2</sup>, 小寺 哲夫<sup>1</sup>

Tokyo Tech<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, ◯Masaru Hirayama<sup>1,2</sup>, Shuji Nakamura<sup>2</sup>, Yuma Okazaki, Shintaro Takada,  
Nobuhisa Kaneko, Tetsuo Kodera<sup>1</sup>

E-mail: [hirayama.m.ae@m.titech.ac.jp](mailto:hirayama.m.ae@m.titech.ac.jp)

酸化シリコンの単結晶である水晶は圧電特性とよばれる電気機械的特性を持ち、古くからデジタル回路のクロック源や表面弾性波フィルタなど多くの産業に利用されてきた。さらに近年では、表面弾性波共振器と超伝導人工原子のコヒーレントな結合[1]が実現されフォノンによる量子状態制御の舞台としても注目を集めている。このような中で我々は、極低温環境下で二準位系としてふるまう欠陥準位[2]を水晶基板中にガンマ線を用いて導入し、導入した欠陥と表面弾性波共振器中に閉じ込められたフォノンを静電的に結合させることで、表面弾性波による欠陥準位の量子制御、欠陥準位による表面弾性波の変調・増幅などを目指し研究を行っている。

本発表では欠陥導入前の水晶基板上に表面弾性波共振器を作製し、水晶基板中に intrinsic に存在する欠陥を表面弾性波共振器の半値幅・位相雑音の入力強度依存性によって評価した結果について報告する。素子は電子線描画法と超高真空蒸着によって作製し、希釈冷凍機に導入することで 10 mK に冷却した。測定は表面弾性波共振器に入射したマイクロ波の反射信号を極低温アンプを介して I-Q 検波し、その反射強度の周波数依存性、位相雑音のマイクロ波強度依存性を測定した。結果、共鳴周波数の半値幅、及び位相雑音の変化は入力マイクロ波強度に依存せずほぼ一定であり、欠陥準位による表面弾性波共振器への影響は確認できなかった。今後、欠陥を導入した水晶基板上に表面弾性波共振器を作製し同様の測定を行い、導入した欠陥量と表面弾性波共振器の半値幅、位相雑音の関係性を調べるとともに、表面弾性波による欠陥準位の量子制御、欠陥準位による表面弾性波の変調・増幅にむけ研究を進める予定である。

[1] R. Manenti, et al., Nature Communications 8, 975 (2017)

[2] G. J. Grabovskij, et al., Science 338, 232 (2012)

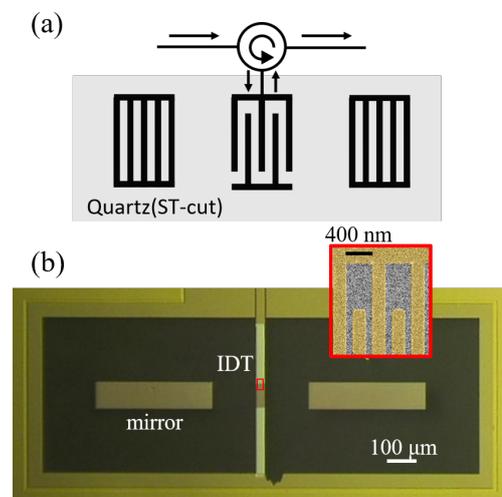


Fig. 1 (a) Schematic picture of a surface acoustic wave (SAW) resonator. (b) Optical microscope image of SAW resonator. Inset: SEM image of Interdigital transducer (IDT) electrodes.