

課題番号 : F-21-AT-0022
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : 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
Program Title (English) : Evaluation of defect center ensemble in quartz with surface acoustic wave resonator at cryogenic temperature
利用者名(日本語) : 平山勝登¹⁾, 中村秀司²⁾
Username (English) : M. Hirayama¹⁾, S. Nakamura²⁾
所属名(日本語) : 1) 東京工業大学大学院工学院電気電子系, 2) 産業技術総合研究所物理計測標準研究部門量子電気標準研究 G
Affiliation (English) : 1) Department of Electrical and Electronic Engineering, School of Engineering, Tokyo Institute of technology 2) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、形状・形態観察

1. 概要(Summary)

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。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

マスクレス露光装置、スピンコーター、反応性イオンエッチング装置 (RIE)、ダイシングソー

【実験方法】

素子は ST カット水晶基板上にマスクレス露光装置、電子線描画、超高真空蒸着を用いて作製した。まずシリコン基板上にフォトレジストを塗布し、マスクレス露光装置によってコプレナーウェーブガイドとグランドを作製し、現像後超高真空蒸着を用いて金を蒸着した。次に、電子線描画用のレジストを塗布し電子線描画装置によって、表面弾性波共振器本体を作製した。Fig1 は作製した素子の光学顕微鏡写真である。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

次に表面弾性波共振器の特性を評価するためにネットワークアナライザを用いた反射測定を行った。表面弾性波共振器の波長に対応する位置に共鳴吸収が測定され、表面弾性波が共振器中に閉じ込めることに成功した。またこの表面弾性波共振器の共鳴ピークの半値幅および位相雑音の温度依存性、パワー依存性よりこの水晶基板中に存在する欠陥準位を評価した。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。

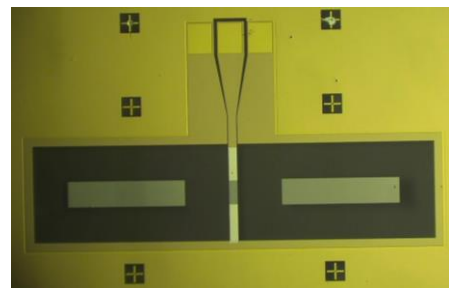


Fig1. Surface acoustic wave resonator.

4. その他・特記事項(Others)

参考文献 : [1] Manenti e al., *Nat Commun* **8**, 975 (2017), [2] Grabovskij, et al., *Science* **338**, 232 (2012)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

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 平山 勝登、中村 秀司、岡崎 雄馬、高田 真太郎、金子 晋久、小寺 哲夫
第 82 回応用物理学会秋季学術講演会

6. 関連特許(Patent)

なし。