

課題番号 : F-19-TU-0032
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ジャイロスコープ用高性能振動子の作製
 Program Title (English) : Fabrication of high performance resonator for gyroscope
 利用者名(日本語) : 塚本貴城
 Username (English) : T. Tsukamoto
 所属名(日本語) : 東北大学工学研究科ロボティクス専攻
 Affiliation (English) : Department of Robotics, School of Engineering, Tohoku University
 キーワード/Keyword : MEMS, Gyroscope, 膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

MEMS ジャイロスコープは自動運転、ドローン・ロボットの制御等の性能向上のために、高性能化が期待されている。このためには、振動子の Q 値を向上させることと、X 軸と Y 軸で、周波数、Q 値の制御実現させることが必要である。そこで、東北大学マイクロシステム融合研究開発センターの設備を利用して MEMS 振動子の作製を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

芝浦スパッタ装置, DeepRIE 装置#1,
 Vapor HF エッチング装置, サーフェースプレーナー, マイクロ X 線 CT

【実験方法】

振動の Q の値を制限するメカニズムの一つである、熱弾性損失(TED)を低減させるためには、低い熱膨張率の材料を使うことが効果的である。シリコンよりも低熱膨張の材料として、石英ガラスがあるが、加工が困難であるという問題点があった。そこで、金属-金属熱圧着接合と、機械研磨、めっきによる厚膜マスク、石英のプラズマエッチングを組み合わせ、石英ガラスの微細振動子を作製する方法を開発した。

金属-金属接合は、振動子の材料になる石英ガラスを基板上に接着する目的のみならず、多数の仮設の微細柱構造を生成する。これらの仮設柱は、プラズマプロセス中の熱を効果的に外部へ逃し温度上昇を抑え、薄膜化した石英ガラス層がプロセス中に壊れないように、機械的に支える役割を果たす。最終的に仮設柱を等方性エッチングにより除去することで、振動子を可動状態にさせる。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に作製した石英ガラスの振動子の写真を示す。左上の X 線 CT の結果から、作製プロセス中に振動子の下にあった仮設金属柱は完全に除去出来ていることが確認された。また、得られた共振特性の概略図を Fig. 2 に示す。共振ピークが見られることから、振動子が設計どおりに動作していることが確かめられた。

4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務「未踏チャレンジ 2050/周波数変調・積分型 MEMS ジャイロスコープの開発」により行われた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) M. J. Khan, T. Tsukamoto, M. S. A. Farisi and S. Tanaka, "Fabrication Method of Micromachined Quartz Glass Resonator Using Sacrificial Supporting Structures," *Sens. Actuators, A*, pp. 111922, 2020.

6. 関連特許(Patent)

なし

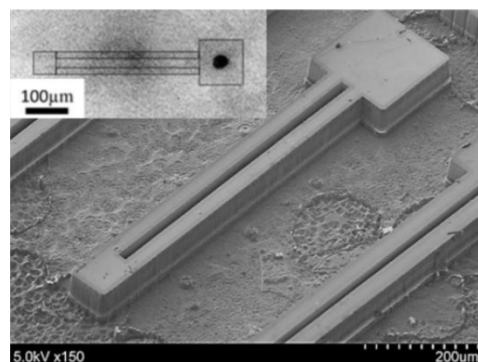


Fig. 1: Fabricated quartz glass resonator on quartz glass substrate.

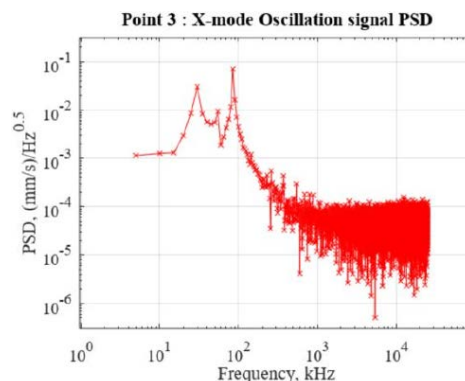


Fig. 2: Resonance of the quartz glass resonator.