

課題番号 : F-19-KT-0069
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 静電駆動型 MEMS 振動子の周波数制御に関する研究開発
Program Title(English) : Development of frequency control on capacitive MEMS oscillator
利用者名(日本語) : 原田翔太
Username(English) : S. Harada
所属名(日本語) : 株式会社デンソー 先端技術研究所
Affiliation(English) : DENSO Corporation
キーワード/Keyword : N&MEMS、膜加工・エッチング、形状・形態観察、振動子、非線形

1. 概要(Summary)

現在、MEMS 振動子はタイミングデバイス、慣性センサなどの応用製品[1]、カオス挙動の実験的基礎研究[2]等に広く用いられ、最も重要なデバイス要素の一つである。近年、上記センサの高精度化やより詳細な実験研究等への要求は著しく、これらに応えるためには振動子の周波数制御を高精度に行うことが必要である。今回、MEMS 振動子の周波数制御技術の開発を行うため、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点ユニットの設備を利用し Si-MEMS 素子の微細加工を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

シリコン酸化膜犠牲層ドライエッチングシステム、
赤外透過評価検査/非接触厚み測定機

【実験方法】

今回、SOI ウェハを用い下記方法で MEMS 振動子を作製した。初めに、当拠点外にてステッパー露光によるリソグラフィ、ウェットエッチングでの電極形成、及び DRIE を用いた Si 楯歯構造の形成を実施した。続いて、構造体のスティッキングを避けるため、当拠点にてシリコン酸化膜犠牲層のドライエッチングを実施し、振動子構造を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した MEMS 振動子のアンカー部断面 SEM 画像を示す(Fig. 1)。犠牲層 SiO₂ 膜のエッチング端面は垂直であり、活性層 Si と SiO₂ 膜の張り合わせ界面と、基板側界面にエッチングレートの差異なく加工できていることがわかる。素子は、真空 PKG に実装することで Q 値は 10⁵ 以上を得た。振動振幅の周波数特性はハードスプリ

ング効果と電気バネによるソフトスプリング効果の競合により非線形な挙動を示すことがわかっている[3]。作製した素子は適切な電圧印加により、ハードスプリングによる非線形効果を打ち消し、線形様特性が得られることを確認した。

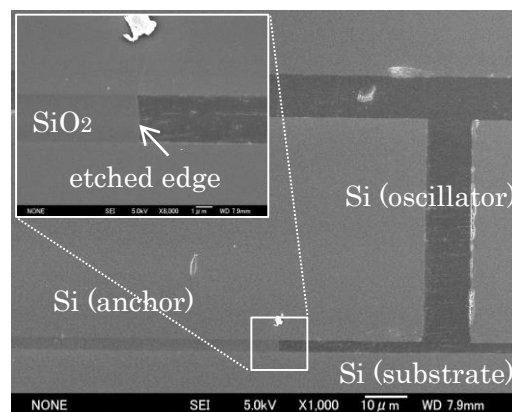


Fig. 1 SEM image of cross section of MEMS oscillator near anchor structure.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] N. Yazdi et al., *Proc. IEEE*, vol. 86, pp. 1640-1659, Aug. 1998
- [2] S. Luo et al, *Nonlinear Dyn* (2018) 91:539-547
- [3] V. Kaajakari et al, *J. Microelectromech. Syst.*, vol.13. No.5 Oct. 2004

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。