

課題番号 : F-21-KT-0131
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : アルカリ金属生成用三次元構造を一括形成した MEMS ガスセルの開発
Program Title (English) : MEMS vapor cells with monolithically integrated alkali metal dispensing component
利用者名(日本語) : 清瀬俊、平井義和
Username (English) : S. Kiyose, Y. Hirai
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduate school of Engineering, Kyoto University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、深掘りドライエッチング、接合

1. 概要(Summary)

時間、磁場、角加速度などの物理量はアルカリ金属の量子力学的な現象を利用することで、高精度にセンシングが可能である。従って、アルカリ金属蒸気を封入した小型の容器「ガスセル」はこれらのセンサデバイスの心臓部である。我々は、ガスセル内にアルカリ金属を生成・封入するため、Si の微細な三次元構造にアジ化セシウム(CsN_3)を担持した、セシウム(Cs)生成源を開発した[1]。本研究では、この生成源をオンチップ化した新たなガスセル作製プロセスの確立のため、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の設備を利用して、ガスセルの作製実験を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子線蒸着装置、高速マスクレス露光装置、深掘りドライエッチング装置 1、基板接合装置

【実験方法】

京都大学ナノテクノロジーハブ拠点において、厚さ 1.5 mm の Si ウエハ上に電子線蒸着装置を用いてクロム(Cr)を蒸着した。その後、フォトリジストを塗布して高速マスクレス露光装置による露光と現像を行い、Cr エッチングにより Si ウエハ上に Cr のマスクパターンを形成した。続けて、深掘りドライエッチング装置を用いて、Si ウエハに Cs 生成のための三次元微細構造(Fig. 1(a))、深さ 1.5 mm のキャビティと、幅 $10\ \mu\text{m}$ の流路を同時に作製した。

続けて、京都大学桂キャンパスにおいて、 CsN_3 を三次元微細構造に担持させ、接合装置にて Si ウエハの両面にガラスウエハを真空中で接合することで、真空封止した。最後に、ガスセルを $300\ ^\circ\text{C}$ 以上で加熱することで、 CsN_3 の分解反応により Cs 蒸気と窒素を生成させた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

深掘りドライエッチングにより、三次元微細構造とキャビティを有する複雑なガスセル構造をウエハレベルで一括形成を行うことができた。結果として、約 $330\ ^\circ\text{C}$ 、約 10 分という比較的低温・短時間の加熱で Cs の生成が確認できた(Fig. 1(b))。今後はガスセルの性能指標の1つである短期・長期周波数安定性を計測することで、当該プロセスの優位性を実証する予定である。

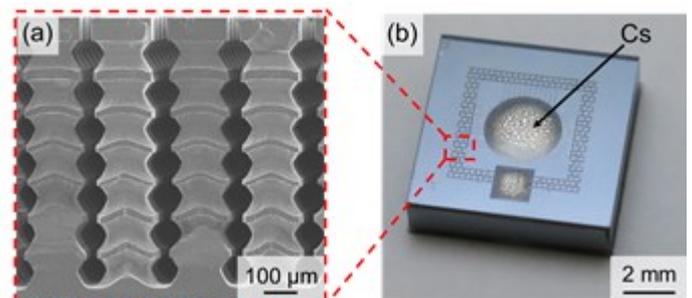


Fig. 1 (a) A cross-section of Si 3-D structures
(b) A single Cs-filled vapor cell

4. その他・特記事項(Others)

参考文献:[1] K. Nakamura *et al.*, MEMS2019, pp. 350-353.

[2] S. Kiyose, Y. Hirai, *et al.* Transducers2021, B6-JI1A1, June, 2021 (Online).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし

6. 関連特許(Patent)

発明名称：金属ガス封入セル及びその製造方法

発明者：平井義和、清瀬俊

出願番号：特願 2020-185571

国際出願番号：PCT/JP2021/039690