

課題番号	: F-20-KT-0106
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
Program Title (English)	: Microfabricated alkali vapor cells filled with an on-chip 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)	: Department of Micro Engineering, Kyoto University
キーワード/Keyword	: リソグラフィ・露光・描画、深掘りドライエッチング、装置接合、ガスセル

1. 概要(Summary)

原子時計、磁気センサ、慣性センサの光量子センサは、レーザ光とアルカリ金属の量子力学的な現象を利用するため、高精度なセンシングが可能となる。これらのセンサでは、アルカリ金属蒸気を封入した小型の容器「ガスセル」がセンサの心臓部となるため、その作製プロセスが重要となる。我々は、Si で作製した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生成源[1]をオンチップ化した新たなガスセル作製プロセスを、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の設備を利用して開発した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子線蒸着装置、深掘りドライエッチング装置 2、高速マスクレス露光装置

【実験方法】

京都大学ナノテクノロジーハブ拠点において、レーザ電子線蒸着装置で Si ウエハ上に膜厚 $1.5 \mu\text{m}$ の Cr を蒸着し、フォトリソを塗布して高速マスクレス露光装置によりパターンを露光した後、Cr エッチングによりガスセル構造をパターンニングした。次に深掘りドライエッチング装置を用いて、Si ウエハにセシウム生成のための三次元微細構造、深さ 1.5 mm のキャビティと、幅 $5 \mu\text{m}$ 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、アジ化セシウム(CsN_3)を三次元微細構造に堆積させ、陽極接合装置を使って Si ウエハの両面にガラスウエハを真空封止した。最後に、ガスセルを $300 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上でホットプレートを使って加熱することで、アジ化セシウムの分解反応によりセシウム蒸気と窒素を生成し、ガスセル内に封入した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

深掘りドライエッチングのプロセス条件を工夫することにより、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(Fig. 1(a))。また、ガスセル内での Cs 生成は、約 $330 \text{ }^\circ\text{C}$ 、約 10 分という比較的低温・短時間の加熱で達成した(Fig. 1(b))。今後は作製したガスセルのセンサへの実装を進めて行く予定である。

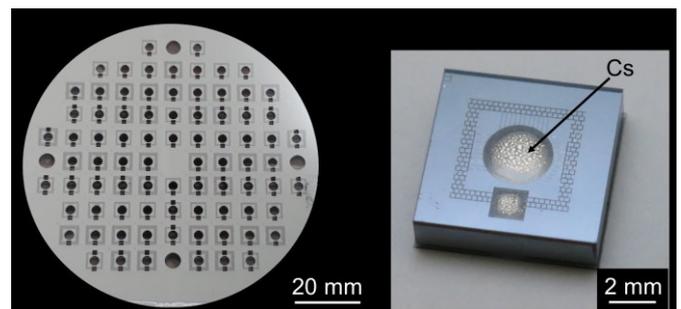


Fig. 1 (a) A wafer after fabricating cell structures
(b) A single Cs-filled vapor cell

4. その他・特記事項(Others)

参考文献:[1] K. Nakamura *et al.*, in *Proc. IEEE MEMS, 2019*, pp. 350-353.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) S. Kiyose, Y. Hirai, O. Tabata, and T. Tsuchiya, *Jpn. J. Appl. Phys.*, doi: 10.35848/1347-4065/abe203
- (2) S. Kiyose, Y. Hirai, O. Tabata, and T. Tsuchiya, *MNC2020*, November, 2020 (Online).

6. 関連特許(Patent)

・平井義和, 清瀬俊, “金属ガス封入セル及びその製造方法”, 特願 2020-185571, 2020 年 11 月 6 日