

課題番号 : F-16-KT-0101
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : CSAC 用 MEMS 型 Cs ガスセルの開発(1)
 Program Title(English) : Development of Cs Vapor Cell for Chip-Scale Atomic Clock (1)
 利用者名(日本語) : 寺島 健太, 平井 義和
 Username(English) : K. Terashima, Y. Hirai
 所属名(日本語) : 京都大学工学部
 Affiliation(English) : Graduated School of Engineering, Kyoto University

1. 概要(Summary)

IoT 社会に向けて MEMS 技術を使った小型原子時計 (Chip Scale Atomic Clock: CSAC) の技術発展には大きな期待が寄せられている。更なる高性能化 (= 高い周波数安定度) には、アルカリ金属を封入した MEMS 型ガスセルの新規作製法の必要性が高くなっている。MEMS 型ガスセルは、一般的にガラスと Si の陽極接合で作製したキャビティに Cs とバッファガスを封入して作製する。これまでに様々な作製法が開発されてきたが、高性能化に必要な高純度 Cs の封入とウエハレベル加工には複雑かつ多くの課題があった。そこで本研究では従来よりも効率的かつ容易な MEMS 型ガスセルの作製手法として、多孔質アルミナ製 Cs 生成源を用いたウエハレベル加工技術を京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の装置利用によって開発した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速マスクレス露光装置、電子線蒸着装置、深堀ドライエッチング装置、ダイシング装置、ウエハ接合装置

【実験方法】

本研究で作製する MEMS 型 Cs ガスセルは、Cs 生成源を封入するチャンバ、光学測定用チャンバの 2 つで構成され、これらはマイクロ流路によって接続されている。本研究ではこのマイクロ流路をシリコン深堀ドライエッチングのマイクロローディング効果を用いて一括形成した。またガスセルを真空封止する 2 回目の陽極接合を CsN₃ 分解反応温度 (約 300°C) 以下で行うため、O₂ プラズマおよび N₂ プラズマで構成される表面活性化処理を適用して Si とガラスを低温で陽極接合した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ホットプレートを用いて完成したガスセルを 300°C 付近

で加熱した結果、ガラス内壁への Cs 薄膜・塊形成を確認した。今後は CSAC の駆動温度 80°C にガスセルを加熱して、CPT (Coherent Population Trapping) 信号を計測することでガスセル性能を評価する。

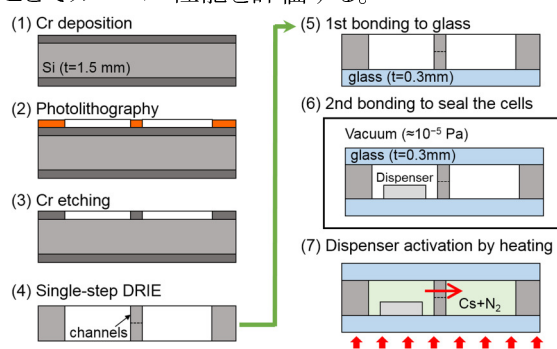


Fig. 1 Process of MEMS cells using Cs-dispenser.

4. その他・特記事項(Others)

【受賞】

第 33 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム (2016 年 10 月、平戸)・最優秀技術論文賞。

【謝辞】

本研究の一部は、JSPS 科研費 16K17502、日本板硝子材料工学助成会の助成を受けたものである。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 寺島健太 他3名, “多孔質アルミナ製 Cs 生成源を使った CSAC 用 MEMS 型ガスセルの開発”, 第 33 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 24pm2-B-5, 2016.
- (2) Y. Hirai *et al.*, “Low temperature, wafer-level process of alkali-metal vapor cells for micro-fabricated atomic clocks”, Transducers'17, Kaohsiung, Taiwan, accepted.

6. 関連特許(Patent)

なし。