

課題番号 : F-16-KT-0137
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(2)
Program Title(English) : Development of Cs Vapor Cell for Chip-Scale Atomic Clock (2)
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。我々の研究グループでは、これまでに高性能化 (= 高い周波数安定度) に向けて、多孔質アルミナ製 Cs 生成源を用いたウェハレベル加工技術を開発した。本研究では、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の装置利用で MEMS 型 Cs ガスセルを作製し、CPT (Coherent Population Trapping) 信号を計測してガスセル性能を評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速マスク露光装置、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、ウェハ接合装置

【実験方法】

多孔質アルミナ製の Cs 生成源を封入した 2 チャンバ方式の MEMS 型ガスセルを Si 深堀ドライエッチングやウェハ接合装置などを駆使して作製した。完成したガスセルをホットプレートで 300°C 付近まで加熱した。その結果、ガラス内壁への Cs 薄膜・塊形成を確認した (Fig. 1)。

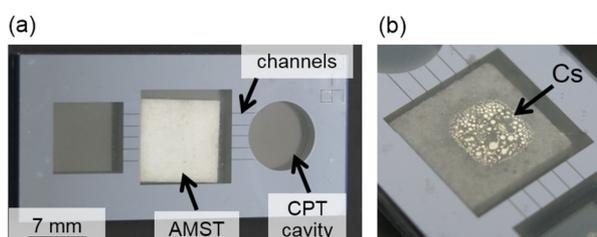


Fig. 1 Photographs of MEMS cell: (a) Before the Cs-dispenser activation, and (b) produced Cs

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

MEMS 型 Cs ガスセルを用いて CPT 共鳴線とガスセルの性能指標の 1 つである短期周波数安定度を温度

80°C に制御して測定した (Fig. 2)。この測定結果から S/N 比, Q 値を求めて短期安定度を算出すると 2×10^{-11} (積算時間 1 秒) となり, 先行研究の MEMS 型ガスセルと同等かそれ以上の高い周波数安定度を示した。この結果から, 本研究で開発したウェハレベルの CSAC 用ガスセル作製法は CSAC のガスセル作製へ適用できる有用な加工技術であることが確認された。

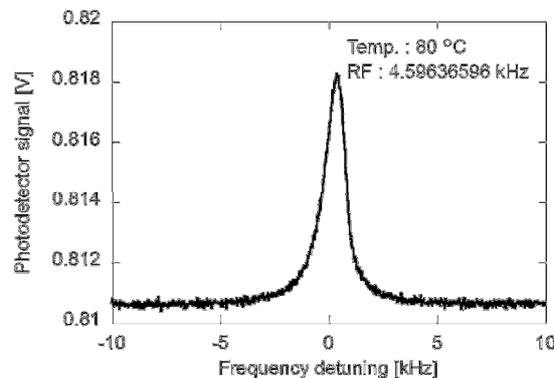


Fig. 2 CPT resonance detected in a MEMS cell

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
寺島健太 他 3 名, “多孔質アルミナ製 Cs 生成源を使った

【関連論文】

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.

【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)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

なし。