

課題番号 : F-15-UT-0100  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名(日本語) : 熱応答を利用した機能材料集積型化学センサ  
Program Title (English) : A Functional Material Integrated Chemical Sensor using Thermal Response  
利用者名(日本語) : マチュー ドヌアル  
Username (English) : Matthieu Denoual  
所属名(日本語) : 仏国立エンジニアリングスクール(ENSI)カーン校  
Affiliation (English) : Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs de Caen, France

## 1. 概要 (Summary)

大規模集積回路 (VLSI) と集積可能な高感度・高選択比化学センサの研究を進めている。フィードバック集積回路と MEMS 検知部とのモノリシック集積化を最終成果物に見据え、日本におけるアカデミック向け VLSI 試作設計教育研究の主幹拠点であり、かつ微細加工クリーンルーム環境が揃っている東京大学を相手先に共同研究を開始した。我々の提案による、熱入力に対する応答速度がセンサヘッド部の吸着物質の種類によって変化する様子を測定するデバイスを試作し、試作並びに初期実験に成功した。

## 2. 実験 (Experimental)

### 【利用した主な装置】

4 インチ高真空 EB 蒸着装置、8 インチ汎用スパッタ装置、塩素系 ICP エッチング装置

### 【実験方法】

絶縁層を埋め込んだシリコンウエーハ (SOI) 基板上に酸化膜をスパッタ装置によって成膜したのち、ステルスダイサーによって切断し、IC (集積回路) 基板を模した 2 cm 角のチップに切り出した。チップ上に電極金属を EB 蒸着装置によって成膜し、高速大画面電子線描画装置ならびに自動現像装置によって作製したフォトマスクを用い、光リソグラフィ装置によってパターンを転写し、塩素系 ICP エッチング装置によって電極パターンを形成した。さらに光リソグラフィ装置によって中空構造をパターンニングし、高速シリコン深掘りエッチング装置によって深掘りエッチングを行った。深掘り加工の後露出される絶縁膜を、汎用高密度プラズマエッチング装置で除去した後、感応膜であるゼオライト (液中に拡散) を滴下して熱処理によって固化させた。裏面にリソグラフィを施し、同じくシリコン高速深掘り ICP エッチング装置でウエーハ貫通エッチングを行って中空に浮いた構造を作製、チップをプリント基板にワイヤボンディングした。各工程でチップの洗浄にはドラフトチャ

ンバーを用い、電子顕微鏡 (SEM) で構造を観察確認した。膜厚の測定には形状・膜厚・電気評価装置群 Dektak を用いた。

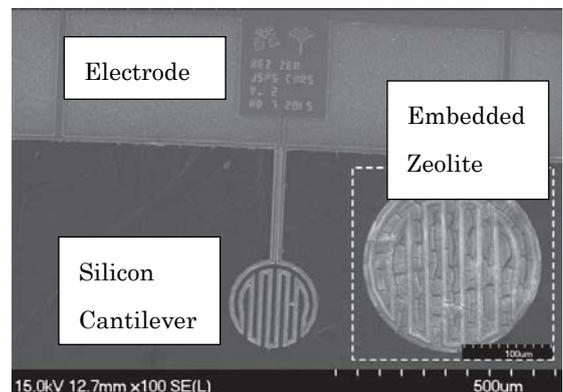


Fig. 1 SEM View of Fabricated Device

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製したデバイス (プリント基板実装済) をフランス ENSI の試験環境に持ち込み、化学物質に対する応答を測定した。チップを小型チャンバー (容積約 3 cm<sup>3</sup>) に封止し 20 cm<sup>3</sup>・min<sup>-1</sup> の速度で不活性ガスと混合した物質を流した。親水性のゼオライトを用い、0 ppm を挟んで 12100 ppm, 6050 ppm の水に対する感度を測定したところ、それぞれ約 30 ms, 15 ms 程度応答速度が変動される (遅くなる) 様子が観察された。

## 4. その他・特記事項 (Others)

・共同研究者: 東京大学: 井上周 Tixier-Mita Agnès  
三田吉郎 ENSI de Caen: Foussein Awala, Julien Grand, Sveltana Mintoba

・本学術振興会 (JSPS) - フランス科学研究センター (CNRS) 二国間交流事業 (共同研究タイプ) の助成 (平成 27 年度 ~ 28 年度) を受けた。

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

[1] M. Denoual *et. al*, 2016 IEEE Int. Conf. on Microelectronic Test Structures (ICMTS), 28-31 March, Yokohama, Japan, pp. 16-19

## 6. 関連特許 (Patent) なし (1 件検討中)