

課題番号 : F-20-TU-0108  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : MEMS アレイ触覚デバイス開発  
Program Title (English) : Fabrication of arrayed MEMS tactile devices  
利用者名 (日本語) : 峯田貴<sup>1)</sup>, 斎藤涼<sup>1)</sup>, 佐藤勇人<sup>2)</sup>  
Username (English) : T. Mineta<sup>1)</sup>, R. Saito<sup>1)</sup>, H. Sato<sup>2)</sup>  
所属名 (日本語) : 1) 山形大学大学院理工学研究科, 2) 山形大学工学部  
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University,  
2) Faculty of Engineering, Yamagata University  
キーワード/Keyword : イオン注入、薄膜アクチュエータ、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、接合

## 1. 概要 (Summary)

MEMS 構造の形状記憶合金(SMA)薄膜アクチュエータアレイ型触覚デバイスの個別駆動と容易な表面実装を目指し、他素子への逆流防止用ダイオード素子と基板貫通配線(TSV)の SOI 基板へ形成し、SMA アクチュエータへ基板接合するプロセスの開発に取り組んだ。

## 2. 実験 (Experimental)

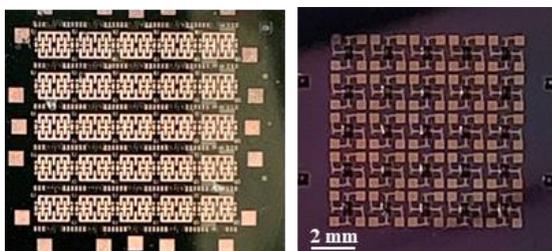
【利用した主な装置】 中電流イオン注入装置、酸化拡散炉、両面マスクアライナ露光装置一式、エッチングチャンバー

### 【実験方法】

MEMS 型 SMA 厚膜アクチュエータアレイへの個別通電用に、SOI 基板のデバイス層にイオン注入および熱拡散により PN 接合ダイオードをアレイ状に形成した。また、表面実装も考慮し、SOI 基板層に TSV 構造も設けて裏面へ電極を配置した。SMA アクチュエータと SOI の各基板層に接着層として SU-8 レジストパターンを形成して熱圧着により基板接合した。ダイオードを形成した SOI 基板層を東北大学試作コインランドリにて試作した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製した SMA 厚膜アクチュエータ基板および SOI 基板を Fig. 1 に示す。基板洗浄、リソグラフィ、イオ



(a) SMA layer (b) SOI layer (diode, TSV)

Fig. 1 Fabricated SMA actuator and SOI substrates with arrayed diode for tactile display device.

ン注入、熱拡散を一貫して東北大学試作コインランドリで実施した。良好な素子を高い歩留まりで作製することができ、TSV 電極形成、SMA アクチュエータ基板との接合等の後工程の形成プロセス技術も迅速に開発することが可能となった。

## 4. その他・特記事項 (Others)

本研究の一部は、科学研究費補助金 (基盤研究(B), 18H01402)により行われた。本実験を遂行するにあたり、東北大学マイクロシステム融合研究開発センターの龍田様、吉田様はじめスタッフの皆様にご指導いただいた。

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

- (1) 斎藤涼, 木村 友翼, 徐嘉樂, 峯田 貴, “個別通電用 Si ダイオードを搭載した TSV 基板と SMA 厚膜アクチュエータを接合したアレイ型触覚ディスプレイの形成”, 第 37 回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム, 26P3-SS1-4-pp. 01-04 (2020)
- (2) R. Saito, Y. Kimura, J. Xu, T. Mineta, “Fabrication of tactile display using arrayed SMA actuator on Si TSV substrate with individually conducting diode”, Smart Systems 2020 (2020)
- (3) R. Saito, Y. Kimura, J. Xu, T. Mineta, “Fabrication of Tactile Display Using Arrayed SMA Film Actuator on Silicon TSV Substrate with Individually Conducting Diode”, IEEE-MEMS 2021, pp. 709-711 (2021)

## 6. 関連特許 (Patent)

なし