

課題番号 : F-17-TU-0061  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 磁気駆動 3D マイクロアクチュエータ形成  
Program Title(English) : Improvement of magnetically driven 3D microactuators  
利用者名(日本語) : 西山宏昭, 鈴木勝大  
Username(English) : H. Nishiyama, K. Suzuki  
所属名(日本語) : 山形大学大学院理工学研究科  
Affiliation(English) : Graduate school of Eng., Yamagata University  
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング, 多光子造形, 3D 磁気駆動アクチュエータ, フェムト秒レーザー

## 1. 概要(Summary)

磁気駆動マイクロアクチュエータは、電気配線不要、非接触操作が可能などの利点を持ち、液中マニピュレーションなどへの応用が期待できる。一般に、このようなアクチュエータは、半導体加工プロセスで作製されるが、積層工程であるため、素子は平面構造に限定され、それに起因して変形方向が強く制限される。我々は、3D マイクロ構造体の任意位置にマイクロ粒子を位置選択導入する手法を開発し、同法を用いた高い変形自由度を有する磁気駆動 3D マイクロアクチュエータ開発に取り組んでいる[1]。今回、東北大学試作コインランドリー施設の設備を利用して、3D マイクロスプリングの細径化を行い、磁気応答性の改善を試みた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

プラズマクリーナー ヤマト科学 PDC210

### 【実験方法】

中心波長 780 nm, パルス幅 127 fs, 繰返し周波数 100 MHz のフェムト秒レーザーパルスを、化学増幅型ネガレジスト SU8 へと集光し、3D マイクロアクチュエータ構造を造形した。このアクチュエータは、厚さ 1mm のスライドガラス基板 (20 mm<sup>2</sup>) 上に形成した。図 1 は素子概要と作製した素子であり、スプリング先端には磁性マイクロ粒子が位置選択導入されている。この構造が持つ直径 12 μm のスプリングワイヤに、基板加熱なしで、RF パワー 250W, O<sub>2</sub> 流量 60 ml/min にてアッシング処理を行った。アッシング時間は最大で 45 分間とした。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

アッシング処理により、スプリングワイヤ径は 12 μm から 6 μm まで変化させることができた。アッシング処理前

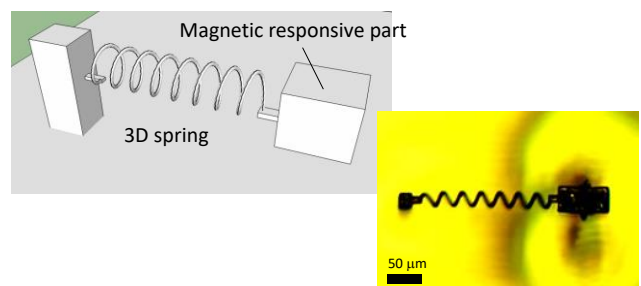


Fig. 1 Schematic illustration of magnetically driven 3D microactuators.

に比べて、スプリング表面には、造形のときのレーザー走査方向に沿った荒れが生じた。比較的長時間のアッシングであったが、スプリングの母材である SU8 に熱的影響はほぼ観察されなかった。スプリング軸の直交方向から永久磁石を近づけたところ、軸方向長さ 210 μm のスプリングはほぼ直角に屈曲変形した。これはアッシング前のスプリングに比べおよそ 10 倍の変位量に相当した。このようにプラズマ処理による SU8 スプリングの細径化は磁気応答性の改善に非常に有効であった。

## 4. その他・特記事項(Others)

東北大学試作コインランドリー菊田様のご支援に深く感謝いたします。

参考文献: [1] 鈴木勝大, 西山宏昭, 第 8 回集積化 MEMS シンポジウム論文集, 24am2-E-6.

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

(1) 鈴木勝大, 西山宏昭, “3D マイクロスプリングへの磁性微粒子の位置選択導入と磁気駆動変形”, 第 72 回応用物理学会東北支部学術講演会, 秋田大学, 2017/12/01.

## 6. 関連特許(Patent)

なし