

課題番号 : F-16-TT-0006  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : マイクロプラズマ源の開発  
Program Title (English) : Development of a micro torsional resonator  
利用者名(日本語) : 熊谷慎也、石川孝一、中西悠輔  
Username (English) : S. Kumagai, T. Hatagaki, J.-H. Jeong  
所属名(日本語) : 豊田工業大学工学部先端工学基礎学科  
Affiliation (English) : Department of Advanced Science and Technology, Toyota Technological Institute

## 1. 概要(Summary)

大気圧プラズマは、高い反応性を持つため、物質加工等の用途に広く利用されている。近年では、バイオ・医療分野においても利用されており、注目を集めている。ここで、生体試料、特に、細胞へのプラズマ照射を考える。細胞の大きさは、種類にもよるが、数 10  $\mu\text{m}$  から数 100  $\mu\text{m}$  である。この大きさのプラズマを生成すれば、細胞に対してプラズマを照射する用途には十分であると考えられる。本研究では、細胞等へのプラズマ照射に向けて、マイクロプラズマ源の試作を行った。また、細部を保持するための培養マイクロウェル構造の試作を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

マスクレス露光装置、マスクアライナ装置、Deep Reactive Ion Etching 装置(Bosch プロセス)

### 【実験方法】

プラズマ生成に用いる電極を小さく作ることで、小さなプラズマを発生させる。本研究では、小さな電極への負荷集中による損傷を低減させるために、誘電体バリア放電(Dielectric Barrier Discharge: DBD)を用いたプラズマ源を試作することにした。

熱酸化膜を持つシリコン基板(Si 基板の厚さ: 200  $\mu\text{m}$ , 熱酸化膜層: 3  $\mu\text{m}$ )に、フォトリソグラフィでマイクロ電極対のレジストパターンを形成した。その基板の上にAu/Cr 薄膜を蒸着し、リフトオフを行ってマイクロ電極対を試作した。その後、マイクロ電極上に誘電体薄膜を堆積した。プラズマの生成実験では、電極対のギャップ部にヘリウムガスを噴きつけた状態で、電極高電圧を印加して大気圧プラズマを発生させた。

また、深堀エッチング(Deep Reactive Ion Etching)法を用いて、Si 基板に、細胞保持を目的としたマイクロウェル構造の作製を行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

誘電体薄膜の作製条件を調整し、マイクロ DBD プラズマ源を作製した[Fig. 1(a)]。プラズマが安定して生成されるようになり、長時間の連続放電が可能になった[Fig. 1(b)]。マイクロウェル構造の作製では、厚さ 200  $\mu\text{m}$  の Si 基板に対し、大きさ 50  $\mu\text{m}$   $\times$  50  $\mu\text{m}$  の開口部を持つマイクロウェルを作製した。ウェルのアスペクト比は 4 である。

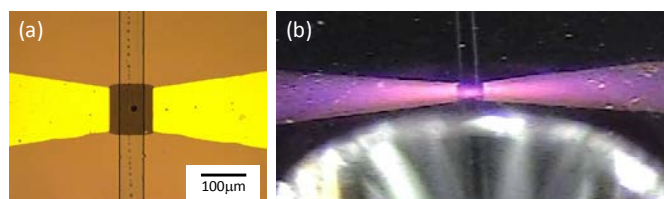


Fig. 1. (a) A pair of microelectrodes. (b) A microplasma generated between the pair of electrodes.

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

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

- (1) “Plasma cell treatment device Plasma-on-Chip: Monitoring plasma-generated reactive species in microwells”, J.-S. Oh, S. Kojima, M. Sasaki, A. Hatta, S. Kumagai, Scientific Reports, 2017, DOI: 10.1038/srep41953.
- (2) “Modification of Plasma-on-Chip Device for Stable Plasma treatment of Cells”, Tomohiro Okada, Yusuke Nakanishi, Mime Kobayashi, Tetsuji Shimizu, Minoru Sasaki, Shinya Kumagai, 第 77 回応用物理学秋季学術講演会, 2016/9/14.
- (3) “Analysis of plasma-generated reactive species in liquid”, Y. Nakanishi, M. Sasaki, S. Kumagai, ISPlasma2017/IC-PLANTS2017, 2017/3/3.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。