

MEMS によるマイクロ流体界面での反応性プラズマ形成

Reactive plasma generation at gas-gas interface inside MEMS micro-channel

豊田工大, °柄崎 克樹, 熊谷 慎也, 佐々木 実

Toyota Technol. Inst., °Katsuki Tsukasaki, Shinya Kumagai, Minoru Sasaki

E-mail: sd14415@toyota-ti.ac.jp

1. はじめに

大気圧プラズマは密度が高く、様々な応用が検討されている。現状の大気圧プラズマの処理サイズはサブ mm であるが、処理サイズをより微細化できれば、よりスケールの小さい微細加工の可能性がある。MEMS 技術により製作した Y 字形マイクロ流路にて 2 流体を合流するとき、2 流体間には安定した界面が形成される性質を、反応性プラズマ形成に応用することを試みた。励起された放電ガスと基底状態の反応性ガスを供給した際に、放電ガスに接して反応性ガスが励起され、界面のみに反応性プラズマが生成されると期待される。本研究では MEMS デバイスを製作し、上記の反応性プラズマ形成の検証を行ったので報告する。

2. ガラス管を利用した検証実験

ガラス管内で生成した He (0.45 L/min) プラズマと、反応性ガスとして基底状態の CF₄ (0.325 L/min) を、ガラス基板を組み合わせた疑似マイクロ流路内で合流させた。約 20 分照射し、流路の一部である Si を光学顕微鏡で観察した結果、明るいプラズマ領域をよりも下流側に全長約 730 μm、幅 1-3 μm のエッチングとデポジションが混ざった痕跡を確認した(図 1)。寿命の長いラジカル He と接して励起した CF₄ プラズマの痕跡であると予想される。

3. MEMS デバイスを用いた検証実験

図 2 は実験模式図である。デバイスは PDMS 材料に凹凸を転写したマイクロ流路と浮遊電極を形成した SOQ (Silicon on Quartz) 基板により構成される。He を 1.4 L/min, CF₄ を 0.3 L/min 供給した。点火電力 71 W にて、1 分間点灯を維持した。図 3 にプラズマ点灯後の SOQ 基板の光学顕微鏡像を示す。浮遊電極付近は拡散した CF₄ が明るいプラズマ用域で励起されて発生したエッチングが観察された。その下流側にデポジションとエッチング跡が生じた。浮遊電極から約 200 μm 下流に、線状のデポジションとエッチングが確認された。図 4 に白色干渉計による線状部分の断面測定結果を示す。エッチング深さとデポジション高さの比率が場所により変化しており、下流ほどエッチング深さの比率が大きくなっている。下流側は空気が混入し、空気中の酸素がデポジションを抑制しエッチングを促進しているために生じたと考えられる^[1]。線幅は数 μm で、ガス界面を反映していると考えられる。

平成 24-25 年度 科研費 新学術領域(24110720)を受けた。

参考文献

[1] Micheal A. Lieberman et al., Principle of discharge plasma and materials processing, A Wiley-Interscience Publication (1994)

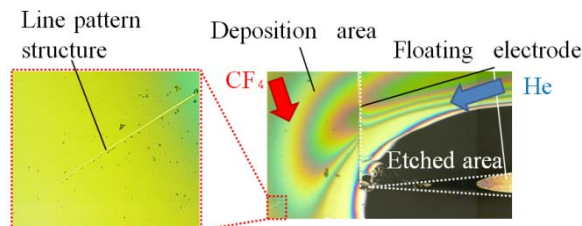


Fig.3 Micrograph of SOQ substrate after plasma ignition

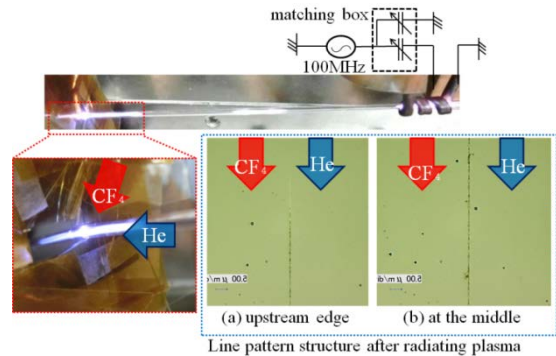


Fig.1 Verification experiment using glass tube

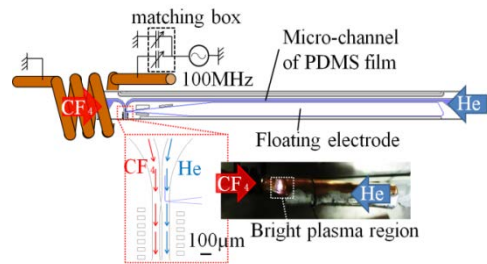


Fig.2 Schematic diagram of the experiment using MEMS device

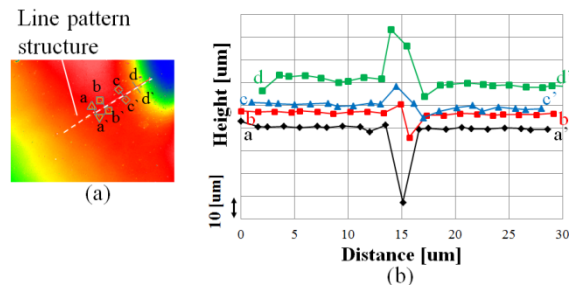


Fig.4 (a) Surface profiles, and (b) cross-sectional profiles of the line pattern, obtained after the plasma ignition, with a white light interferometer.