

課題番号 : F-14-FA-0028  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : ナノ・マイクロ構造面における固液気三相界面の機能制御と工学的応用  
Program Title (English) : Functional solid-liquid-vapor triple phase interface at nano/microstructured surface and its engineering applications  
利用者名(日本語) : 長山暁子<sup>1)</sup>, 金田雅史<sup>2)</sup>, 中尾政也<sup>2)</sup>, 樋口純<sup>2)</sup>, 小豆澤直宏<sup>2)</sup>, 永島悠平<sup>2)</sup>, 有田圭佑<sup>3)</sup>, 松永健汰<sup>3)</sup>  
Username (English) : G. Nagayama<sup>1)</sup>, M. Kaneda<sup>2)</sup>, M. Nakao<sup>2)</sup>, J. Higuchi<sup>2)</sup>, N. Azukisawa<sup>2)</sup>, Y. Nagasima<sup>2)</sup>, K. Arita<sup>3)</sup>, K. Matsunaga<sup>3)</sup>  
所属名(日本語) : 1)九州工業大学工学研究院機械知能工学研究系, 2)九州工業大学大学院工学府機械知能工学専攻, 3)九州工業大学工学部機械知能工学科  
Affiliation (English) : 1) Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu Institute of Technology, 2) Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Engineering, Kyushu Institute of Technology, 3) Department of Mechanical Engineering, School of Engineering, Kyushu Institute of Technology

### 1. 概要(Summary)

ナノ・マイクロ構造がもたらす表面機能を利用し、固体・液体・気体の三相界面におけるエネルギー・物質移動現象を能動的制御することを目的とする。ナノ構造、マイクロ構造およびナノ・マイクロ複合構造を持つ基板を作製し、応用例として、(1)マイクロ燃料電池デバイス、(2)高熱輸送デバイスを開発した。

### 2. 実験(Experimental)

＝使用した主な装置＝

レーザービーム描画装置、イオン注入装置、プラズマ CVD、リアクティブイオンエッチャー、スピコーター、マスクライナー、スパッタ装置、超純水製造装置

＝実験方法＝

北九州市産業学術推進機構にて「機器利用」で試料を作製したのち、所属研究室で再加工・評価実験を行い、その後、試料の一部を九州大学にて「機器利用」または「技術代行」で表面分析および構造解析を行うといった一連の流れで実施した。機能性表面の作製については、北九州市学術研究都市内の共同研究開発センターのレーザービーム描画装置、イオン注入装置、プラズマ CVD、露光装置、スパッタ装置ほかを用いた。パターニングとウェットエッチング、ドライエッチング等プロセスによりマイクロオーダーの表面構造を形成し、表面構造パターンによる濡れ制御を行った。濡れ性強化処理として、プラズマ CVD により酸化膜(SiO<sub>2</sub>)、窒化膜(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)を成膜する親

水性処理、およびディップコート法によりフッ素樹脂 CYTOP(旭硝子(株))を塗布する疎水性処理を施した。作製した試料を燃料電池の膜・電極接合体および高熱輸送デバイスに用い、所属研究室にて評価実験を行った。また、九州大学に設置している超高分解能走査電子顕微鏡(日立ハイテクノロジー SU9000 HR-SEM/ TEM)を用いて燃料電池の膜・電極接合体の三相界面の構造解析を行い、環境制御型多機能走査型プローブ顕微鏡(エスアイアイ・ナノテクノロジー社製 E-sweep SPA300HV)、ゼータ電位計・パーティクルサイズアナライザーを用いて、高熱輸送デバイスの固・液・気界面の表面物性の直接計測を試みた。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

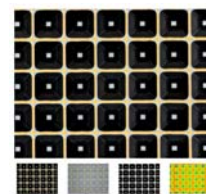


Fig.1 nano/microstructured surface

パターニングと KOH ウェットエッチングを用いてシリコン基板表面にマイクロサイズの構造を作製し、表面の構造数や固相率が異なるマイクロ構造面を形成することができた(Fig.1)。これより作製したポーラスシリコン複合電解質膜でマイクロ燃料電池の性能を向上させることができた。また、ナノ・マイクロ構造面を用いた高熱輸送デバイスで

は、気液相変化による熱・物質輸送が促進されることも確認できた。

#### 4. その他・特記事項(Others)

本研究の遂行にあたって、北九州市産業学術推進機構微細加工 PF および九州大学分子・物質合成 PF からご支援をいただき、関係者各位に感謝の意を表す。

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

- (1) G. Nagayama, A. Kuromaru, M. Kaneda and T. Tsuruta, Applied Thermal Engineering, Vol. 72 (2014), pp.298-303.

#### 6. 関連特許(Patent)

なし。