

課題番号 : F-19-AT-0084  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : Nano/Micro 構造を付加した高発熱密度対応伝熱面の調査検討・試作評価  
 Program Title (English) : Study of the high heat transfer surface with Nano/Micro structure  
 利用者名(日本語) : 澤田健一郎  
 Username (English) : K. Sawada  
 所属名(日本語) : 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構  
 Affiliation (English) : Japan Aerospace Exploration Agency  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、形状・形態観察

## 1. 概要(Summary)

冷媒潜熱を利用した熱制御デバイスとして、高発熱密度に対応する伝熱面を実現するため、伝熱面表面に微細構造を付与し、濡れ性を制御する事による除熱限界の改善を検討している。この検討の一環として、撥水と親水を交互に勾配がある状態で配置した伝熱面上の液滴の駆動に関してモデル化を進めている。この検証実験に用いる濡れ性勾配伝熱面の試作を産業技術総合研究所ナノプロセス施設にて実施した。ここで、超撥水面は金薄膜の thermal dewetting 現象を用いたマスクによるエッチング処理にて nm 級のピラー構造を作製して実現し、金薄膜自体のパターン形成にて濡れ性勾配を実現する。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

電界放出形走査電子顕微鏡(S4800)、マスクレス露光装置、スピナー、ドラフトチャンバー、プラズマアッシャー、スパッタ装置(芝浦)、マッフル炉、ダイシングソー、多目的エッチング装置(ICP-RIE)、短波長レーザー顕微鏡[OLS-4100]

### 【実験方法】

4inch サイズの Si ウェハを用いて、HDMS スピンコート後にレジスト AZ5214E をスピンコートした。これに対して濡れ性勾配パターン(最小で底面 100  $\mu\text{m}$  高さ 40 mm の三角形の勾配)をマスクレス露光装置にて露光し、現像液 NMD-3 を用いて現像を実施した。現像したウェハに対し、スパッタ装置にて約 10 nm 程度の膜厚の金をスパッタした。アセトンに浸漬と超音波洗浄を用いて完全にレジストを剥離させた後、マッフル炉にて 400°C の条件で 30 分間加熱し、金薄膜の thermal dewetting 現象を発現させ、これをマスクとしてボッシュプロセスによる深掘りエッチングを行い、その状態を電界放出型電子顕微鏡で観察し

た。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

実験によって作製した伝熱面の形状全体、SEM 観察結果、凝縮状態観察結果を Fig. 1 に示す。パターンに沿って表面形状(濡れ性)が異なる面を作製できており、超撥水面では数十 nm 程度のサイズのピラーを実現できた。凝縮実験においては、目的としていた超撥水面における自発跳躍現象が確認され、跳躍した液滴が濡れ勾配に沿って自発的に凝集する様子も確認できた。今後は濡れ勾配の最適化と跳躍条件の詳細評価を進める予定である。

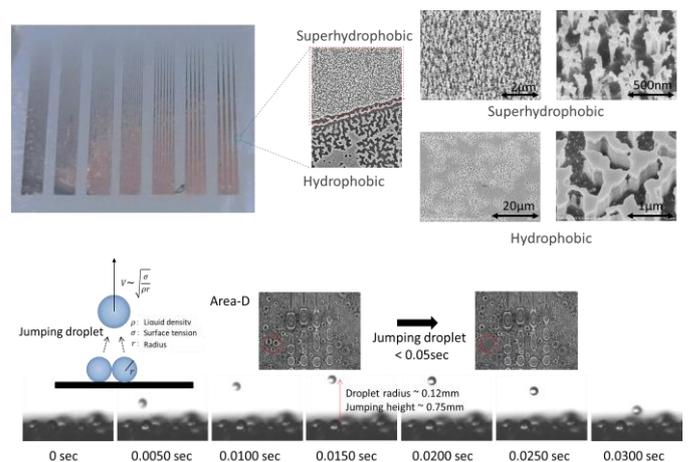


Fig. 1 Images of the wettability patterned silicon wafer and jumping droplet.

## 4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 産業技術総合研究所 馬場宗明様

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

(1) 澤田, 馬場, 田中, 岡本, “高熱流束対応ベーパーチャンバの試作評価結果及び濡れ性制御による高性能化検討”, 2G04, 第 63 回宇宙科学技術連合講演会講演集, JSASS-2019-4337.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。