

## 凝縮伝熱促進のための濡れ性こう配を有する機能性伝熱面の製作

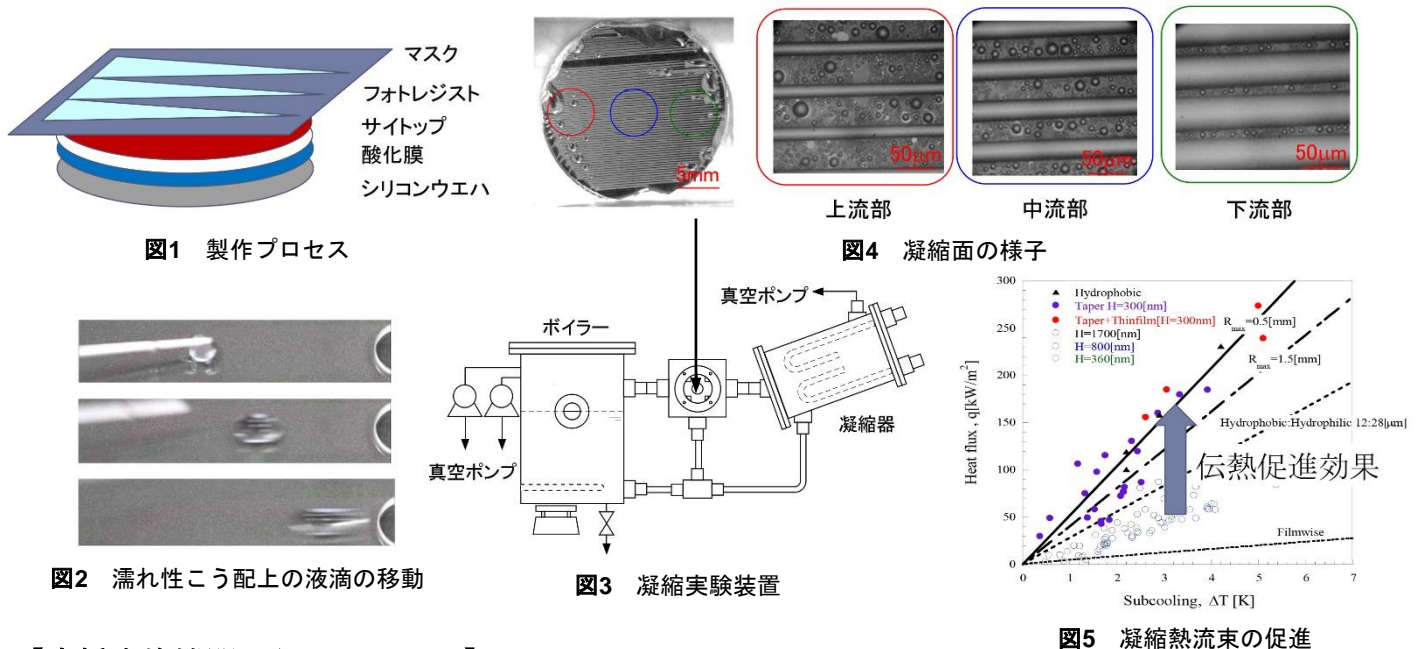
利用者：<sup>a</sup>宇部工業高等専門学校, <sup>b</sup>九州工業大学 徳永敦士<sup>a</sup>, 石橋暁<sup>b</sup>  
 研究支援者：北九州産業学術推進機構 上野孝裕, 安藤秀幸, 竹内修三

## 【研究目的】

近年のMEMS技術の発展によって、いわゆる高熱流束デバイスの熱管理問題解決が望まれている。高熱輸送能力を実現するためには相変化伝熱を活用する事が必要であり、ここではコンデンサーに着目し、その凝縮伝熱促進を目的としている。凝縮伝熱促進のためには、微小液滴を活用することが重要であり、成長した液滴を積極的に排除する必要がある。そこで、マイクロスケールの撥水面上の液滴による伝熱促進を実現する濡れ性こう配[1]を有した機能性伝熱面を製作する。濡れ性こう配とは撥水面から親水面へと面積比が徐々に変化する形状であり、それによって液滴前後に接触角度差が生まれ、液滴が親水面へと輸送されるものである。マイクロ・ナノスケールにおいては重力や蒸気のせん断力による液滴の排除は期待できず、成長した液滴による流路閉塞の可能性も考えられる。そこで、この濡れ性こう配によって液滴排除効果を高めるとともに、微小液滴による伝熱促進を実現する。

## 【成果】

濡れ性こう配の製作方法は図1の通りである。基板となるのはΦ19.8mmのシリコンウエハである。まず基板の親水面の実現のために、約300nmの酸化膜をプラズマCVDによって成膜する。その後、CYTOPと呼ばれる撥水处理剤をスピンドクターで約600nmの厚さでコーティングし、フォトレジストAZP4903を塗布してベーキングを行う。その後、露光を経て現像、ドライエッチングによってシリコンウエハ上に濡れ性こう配を形成する。濡れ性こう配の製作においては所望の形状の作製に成功しており、製作条件はほぼ確立されたものと考えている。なお、図2に濡れ性こう配上に液滴を滴下した様子を示すが、親水面側に液滴が輸送される様子が観察できておりその有効性を確認した。また、この作製した機能性伝熱面を図3に示す実験装置に取り付け、凝縮実験を行った、図4に示す通り、凝縮面に滴状凝縮と膜状凝縮がマイクロスケールで発生しており、また液滴の離脱促進が実現されている。計測した熱流束の結果を図5に示すが、伝熱促進の可能性を示すものである[2]。しかしながら、まだ十分な液滴排出が実現されず、複数パターンを覆う液膜も観察されている。このフラッド現象が抑制されれば、さらなる伝熱促進が見込まれることから、今後複数のアスペクト比パターンを製作し実験を継続する計画である。



## 【支援実施機関からのコメント】

本研究では濡れ性勾配を有する機能性伝熱面の開発を目指しており、極めてシンプルな製作方法によりこれを実現していることが大きな特徴として挙げられる。その為、試作の歩留りや均一性に優れ、将来的に製品化への展開を十分に期待できる優れた研究テーマである。伝熱促進を図るためには設計方面での見直しが主となるが、このノウハウの蓄積の為に今後も継続して試作支援を行ってきたい。

## 【参考文献等】

[1] Elwing H et al., "A wettability gradient method for studies of macromolecular interactions at the liquid/solid interface", *Journal of Colloid and Interface Science*, 119(1), pp. 203-210, (1987)

[2] 平野他, "濡れ性勾配を有するマイクロ複合伝熱面における凝縮熱伝達率の測定", 第52回日本伝熱シンポジウムなど