

課題番号 : F-16-FA-0024
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ミニチャネル内流動沸騰実験用 MEMS センサの製作
 Program Title (English) : MEMS sensor for investigating boiling heat transfer in minichannel
 利用者名(日本語) : 黒木 聡太¹⁾, 藤井 翔大¹⁾, 矢吹 智英¹⁾, 宮崎 康次¹⁾
 Username (English) : S. Kuroki¹⁾, S. Fujii¹⁾, T. Yabuki¹⁾, K. Miyazaki¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 九州工業大学 工学研究院
 Affiliation (English) : 1) Kyushu Institute of Technology

1. 概要(Summary)

沸騰熱伝達は、熱伝導や対流熱伝達と比べて高い熱伝達性を有するため様々な熱機器に応用されている。その中でも、ミニ・マイクロチャネル内での流動沸騰はプール沸騰と比較し、高い伝熱特性を有しているため、小型で高性能な冷却装置の実現のための一つの有効な手段だと考えられている。本研究では、ミニチャネル内流動沸騰用 MEMS センサを製作した。MEMS センサの製作プロセスと流動沸騰実験結果について報告する。

2. 微細構造を持つ MEMS センサ (MEMS sensor with microstructure)

【利用した主な装置】

ダイシングソー, プラズマ CVD, RIE, マスクアライナー

【実験方法】

製作した MEMS センサを図 1 に示す。センサ裏面には加熱用の薄膜ヒータ兼 10 個の测温抵抗体 (RTD) を搭載している (図 1)。表面にはシリコンのエッチング加工により微細構造を製作した (図 2 a)。基板にはサイズ 4 インチ, 厚さ 525 μm のシリコンウエハを用いた。ダイシングにより 20 \times 50 mm^2 に切り出し, プラズマ CVD を用いて両面に 500 nm の酸化膜を成膜した。まず裏面の製作プロセスについて述べる。フォトレジストを塗布し, パターニングを行い, 真空蒸着により Cr-Ni を 300 nm 成膜し, リフトオフを経て裏面が完成する。表面は, まず窒化膜を 500 nm 成膜し, フォトレジストを塗布し, パターニングを行い, 露出した窒化膜のドライエッチングを行った。レジストを剥離した後, KOH を用いてシリコンのウェットエッチングを行い, 窒化膜を剥離することで深さ \sim 7 μm の微細構造が完成する。最後に, 厚さ 500 μm 酸化膜絶縁層を裏面のパッド以外の部分に成膜した。完成した微細構造表面に真空蒸着により銅を成膜し, 化学酸化法^[1]によりマイクロ・ナノ階層構造を持つ MEMS センサを製作した (図 2 b)。

3. ミニチャネル内流動沸騰実験 (Experiment of flow boiling in minichannel)

図 3 に温度と熱流束の関係を表す沸騰曲線を示す。超親水伝熱面ではシリコン伝熱面と比較し高い熱伝達率を持ち, 3.2MW/m² の高熱流束域でも沸騰による安定した冷却を実現できた。

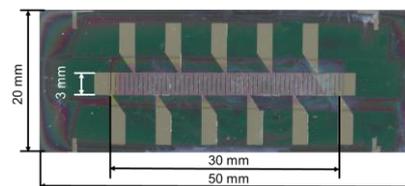


Fig. 1 Photograph of RTDs/heater

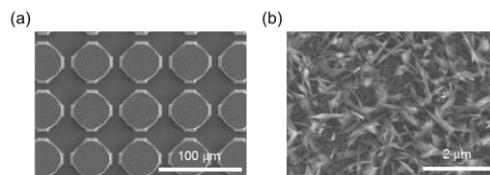


Fig. 2 SEM image of (a) etched microstructure (b) CuO nanostructure

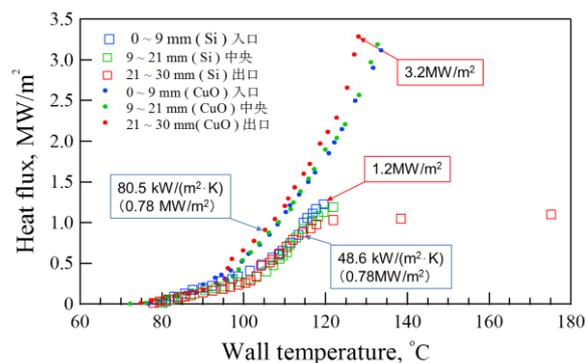


Fig. 3 Boiling curve Si and CuO surface

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

[1] Y.Nam et al. J.Adhes. Sci. Technol. 27-20(2013)

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 熱工学コンファレンス 2016, 平成 28 年 10 月 22 日

6. 関連特許 (Patent)

なし