減圧下における撥水斑点上の沸騰気泡のピンング特性

Pinning characteristics of boiling bubbles on a hydrophobic spot at subatmospheric pressures

○学 機械 岩田直樹 (九大) 正 喜多由拓 (九大) 正 Biao Shen (筑波大)
正 日高 澄具 (九大) 正 高橋 厚史 (九大) 正 高田 保之 (九大)

Naoki Iwata¹, Yutaku KITA^{1,2}, Biao Shen³, Sumitomo Hidaka^{1,2}

Koji Takahashi^{1,2}, Yasuyuki Takata^{1,2}

¹Dept. of Mech. Eng., Kyushu Univ., 744 Motooka, Nishi-ku, Fukuoka 819-0395, Japan

² International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (WPI-I²CNER), Kyushu Univ.

³ Dept. of Eng. Mech. and Energy, Univ. of Tsukuba, Tennodai 1-1-1, Tsukuba 305-8577, Japan

Key Words: Heat Transfer, Boiling, Pinning, Depinning, Three phase contact line

1. はじめに

蒸発潜熱の大きい水を用いて電子機器を効率的に冷却するためには、系圧力 P を下げて危険温度である約 85°C 以下で安定的に沸騰させる必要がある。著者らはこれまで、撥水斑点や微細構造を有する伝熱面を用いて減圧沸騰伝熱特性の検討を行ってきた。その結果、気泡の成長・離脱に伴う三相界線運動が沸騰の安定化に大きく影響を及ぼしていることが分かってきた^{(1),(2)}。そこで、本研究では伝熱面に施した撥水斑点の径・濡れ性の違いや窪みの深さを変化させた伝熱面を製作し減圧下での沸騰試験を行った。主に撥水斑点上で発生する沸騰気泡の三相界線ピンング・デピンングに焦点を当て、連続的な気泡の発生による沸騰伝熱の安定化と促進を試みた。

2. 実験結果

実験に使用した伝熱面とその断面図、各斑点における気泡が離脱する際のピンング・デピンングのマップをそれぞれ図 1(a), (b), (c)に示す。実験には、鏡面仕上げした銅面(接触角約 80°)に撥水加工を施した窪みを二つ有する伝熱面を使用した。撥水材には PTFE スプレーを用いており、接触角は約 120° 、斑点径は 1.8 mm 、深さは図 1(a)の左から 1.0 mm , 0.5 mm とした。また、図 1(b)の P^* は Zuber の式と Cole の式により予測される気泡離脱直径の値が一致する時の圧力である。窪みを有さない伝熱面を用いた先行研究では、ピンング・デピンングの境界は $P/P^* = 1$ で見られたが、本実験では $P/P^* \leq 1$ においてもピンングが確認された。つまり、撥水斑点の溝の垂直深さは、三相界線のピンング・デピンングに影響を及ぼす要因の一つであることが分かった。

Fig. 1 (a) Heat transfer surface and (b) Three phase contact line behavior map for dimpled hydrophobic spots.

参考文献 (例)

(1) Yamada, M. et al., Int. J. Heat Mass Transf., 115 (2016), 753.

(1) Shen, B. et al., Int. J. Heat Mass Transf., 126 (2018), 715.