

多孔質マイクロチャンネルによる革新的次世代型パワーデバイス冷却技術の開発

森 昌司 (九州大学)

「超スマート社会」の実現には、その技術基盤となるパワーデバイスの高性能化が必須となっている。ハイブリッドカー・電気自動車・燃料電池車などの車載用インバーターでは、インバーターを高性能化・高効率化する技術として、SiC 化によるパワーデバイスの小型化・高集積化が進められている。しかし、その高集積化に伴って発生する大きな発熱を如何に処理していくかが課題となっている。特に、車載用インバーターでは、発熱面積が大きい上に、高熱流束となるため、従来の空冷または水冷による冷却技術では厳しく、省スペースで高性能な冷却技術が必要とされている。一般に、伝熱特性に優れた相変化を利用した気液二相流れを利用しているが、省スペース化を目指すため狭隘流路を用いると限界熱流束(以下、CHF)は大幅に低下する。その理由として図 1(左)で示すように液相が流路角部に集まり伝熱面中央部においてドライアウトが発生してしまうことが考えられる。そこで、本研究では、狭隘流路においても CHF の向上を可能とする下駄状多孔質体を用いた冷却法 (図 1(右)) を提案する。狭隘流路をミニチャンネル化することで液体の角部への液体の偏りを低減し、加えて流路自体を多孔質で構成することで伝熱面への液供給を毛管力により強制的に行うことで CHF の向上が期待できる。本報では、その効果を実験的に検証した結果について報告する。

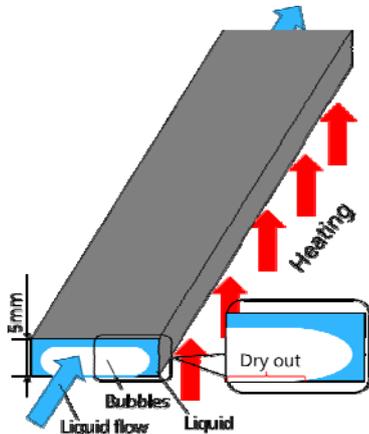


Fig.1 Schematic diagram of liquid film distribution in a narrow rectangular channel.

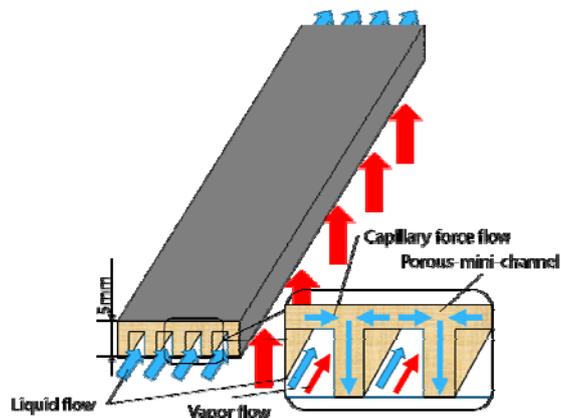


Fig.2 Schematic diagram of liquid and gas flow in porous-mini-channels.

図 3 は裸面の場合と下駄上多孔質体を伝熱面上に装着した場合の CHF を示す。この図より、およそ CHF は裸面の場合の 1.3 倍に向上していることがわかる。一方、予熱部においてサブクール沸騰で発生した蒸気が、テストセクション曲がり部で合体することに起因し、脈動現象が観察された。このグラフより、液の逆流の間に、伝熱面上に蒸気が長時間滞留する間にドライアウトが発生したことが考えられる。今後は、テストセクション入口部でサブクール度を持たせることで、この不安定流動を低減することでさらなる CHF 向上が期待できる。

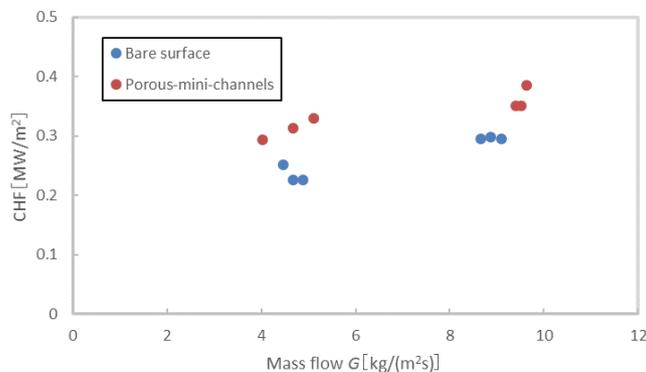


Fig.3 Effect of porous mini channel on CHF of flow boiling.