



【研究内容】

次世代の高発熱密度デバイス向けの冷却手法として高い冷却効率が期待されている沸騰冷却に関する研究と先進伝熱技術の開発に取り組んでいます。これまでの単純な水冷方式に比べて低流量・低動作電力が見込まれる沸騰冷却技術でありませんが、実用化に向けてはいくつかの課題があります。これらの課題を解決しつつ、更なる沸騰冷却効率の向上に取り組んでいます。

【研究目的】

車、携帯電話、パソコンなど世の中のほぼすべての製品に搭載され、我々の生活には欠かせない半導体電子デバイスは年々進歩を続けており、その結果集積回路 (IC) の集積度が向上し、小型化・高性能化が進み続けております。一方で、IC チップからの発熱密度の増大が問題として大きくなってきています。特に、パワーエレクトロニクスと呼ばれる大電力を制御する分野において発熱問題が顕著になってきています。例えば、電気自動車のバッテリーの電力 (直流電源) をモーター駆動に必要な交流電源に変換するためにインバーターと呼ばれる装置が必要であります。次世代電気自動車においてはこのインバーターからの発熱量が 500 W/cm^2 にも達すると予測されております。これは、局所的には家庭用のガスコンロよりも高い発熱密度であります。このような高発熱機器である次世代インバーターを冷却し故障を防ぐためには、これまでの車に搭載されているような単相水冷系をそのまま用いる場合には、かなりの流量で冷却水を循環する必要があります。つまり、よりたくさん水を循環させるためにポンプ電力を浪費してしまい、結果としてバッテリーに蓄えた電気を走る力ではなく冷却に用いてしまうことで、電気自動車の航続距離が短くなってしまいます。

本研究室ではより少ない流量でより効率の高い冷却を行える手法のひとつとして、沸騰冷却に関する研究を行っております。これは、液体が蒸気に変化するときに大量の熱が移動する沸騰現象を用いたものです。庭先にまいた打ち水により涼しく感じる、または病院に行き注射の際に消毒液を腕に塗ってもらう際にヒンヤリ感じることも同じ現象になります。実際に沸騰冷却を実用化するためにはいくつかの課題があります。大きな問題のひとつは、冷却対象とする固体表面が熱すぎると水が濡れ広がることができない濡れ限界温度という問題です。あつあつに熱したフライパンの上で跳ねる液滴 (ライデンフロスト現象と呼ばれます) を見ていただくと分かる通り、水が固体面に濡れ広がらないので蒸発しづらくなってしまふ＝熱を取り去る効率が落ちるのです。そこで、本研究室では高温の固体面 (伝熱面) に着目し、ナノテクノロジーを駆使しながらどのようにすれば高温でも濡れ広がりやすい表面になるのかを研究しています。そして、新規に開発した表面を使った冷却効率の評価と先進伝熱技術の開発をしています

【今後の展開】

熱問題の解決方法は究極には熱をいかに発生させないかと、発生してしまった熱をどうやって効率よく固体面を通して取り去るかの2つしか方法がありません。前者の発生する熱を抑える研究も世の中では進んでおりますが発熱量をゼロにすることは不可能なので、最終的に発生した熱を冷却する技術はいつの時代になっても必要です。また、将来人類が必ず直面するエネルギー問題や地球温暖化に立ち向かうためにも、冷却に必要となるエネルギーをいかにして減らすかということを考えながら、我々は常に技術改善し続けなければなりません。そこで、熱のやりとりを行う固体面表面の性質や形状に関する知見が重要になってきます。また、新規の冷却デバイス開発だけでなく、既存の冷却デバイスの構成を大きく変えることなく、ナノテクノロジーを付加することで更なる省エネルギー化を目指した先進伝熱技術にも取り組んでいきます。実用化されているデバイスへ直接適用可能で、これまでの限界を超えるためのプラスアルファになる技術開発を意識した研究を目指していきます。

【主な研究テーマ／実績テーマと内容】

< 伝熱面表面への微細表面構造修飾技術の開発と沸騰冷却技術への応用 >

次世代電子素子は更なる小型化が求められている一方で、単位面積当たりの発熱量が増加し続けています。限られた小さな空間においてこれまでより高い冷却効率を得るために、既存の伝熱面・冷却構造に対して微細表面構造を形成し、その冷却性能を評価しています。

【企業との共同研究の実績】

交渉中