

省スペース型マイクロ液体冷却システムの開発

鹿野 一郎 (かの いちろう) 山形大学大学院理工学研究科機械システム工学専攻

要約 近年、レーザーダイオード (LD) の性能が著しく向上すると共にその発熱量も上昇している。LD の多くは空冷システムによって冷却されているが、発熱密度が非常に高く、高発熱密度にも対応できる高性能な冷却システムが必要とされている。そこで、本研究では省スペースマイクロ冷却システムの開発を行うことを目的とした。省スペースを実現するために、液体駆動源には可動する部品の無い可動部レスマイクロポンプを開発し、熱交換部には沸騰熱伝達を利用したマイクロチャンネルヒートシンクを開発している。現在、これらのデバイスを個別に開発しており、その開発の途中経過について報告する。

1. はじめに

レーザー加工・特殊医療に利用されるレーザーダイオード (LD) は、高出力化によりガスレーザーから LD 励起固体レーザーへ移行しつつある。LD の発熱密度は 100 W/cm^2 以上であり、核反応炉の発熱密度を超えつつある。各種発生熱流束を図 1 に示す¹⁾。特に LD は限られた波長領域で発振するので、ふく射による伝熱はなく、主に熱伝導により熱移動が起こる。異種材料では熱膨張率が違うので、加熱冷却に伴う繰返し応力によって LD の寿命が左右される。そのため、冷却方法の良し悪しによって製品寿命が左右される。現在はファンを利用した空冷技術が主流であるが、今後冷却性能の高い液体冷却へ移行していくものと予測され

る。一方で、液体冷却は液体を駆動するポンプとラジエータの双方で構成され、空冷に比較すると冷却性能は高くなるが、装置全体のスペースが大きくなる。液体冷却を省スペースで行うためには、ポンプとヒートシンクの小型化を実現することが課題である。これらの課題を解決するために、本研究では絶縁性液体を電界で駆動する EHD (Electrohydrodynamics) ポンプと蒸発潜熱を利用した沸騰型マイクロチャンネルの双方の研究を行うこととした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、低電圧で高電界を発生させるためにマイクロパターンニング電極を製作し、この電極を組み込んだ EHD ポンプを開発することである。また、沸騰熱伝達を利用したマイクロチャンネルヒートシンクを開発するとともに、EHD ポンプとこのマイクロチャンネルで構成される液体冷却システムを実現することである。

3. 作動流体

本研究では作動流体に HFE-7100 を用いている。液冷式では通常、冷媒に純水が用いられており長時間駆動すると伝熱面の腐食による装置全体の劣化につながる。そこで、化学的に安定で非腐食性冷媒であるフッ素系の液体を使うことにより、長時間駆動にも耐える機器となる。HFE-7100 の物性値を表 1 に記載す

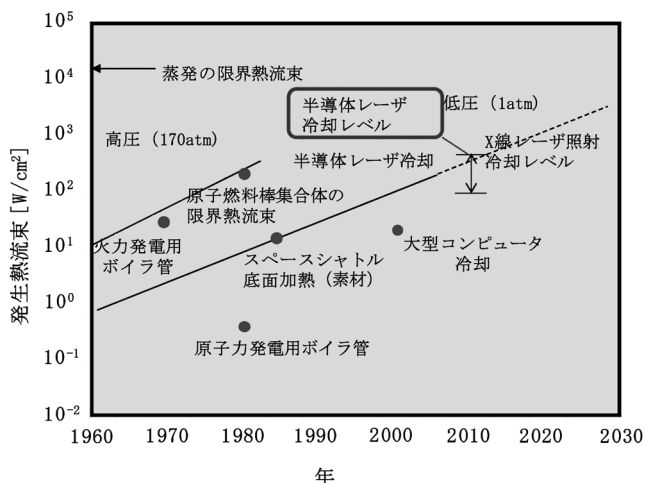


図 1 各種発生熱流束