

<p>< 1 - 1 > LDを用いた高強度フェムト秒レーザーの開発 サブテーマ名：<1-1-c>高性能化の研究 小テーマ名： 冷却機構の開発 (フェーズ)</p>
<p>サブテーマリーダー 光科学技術研究振興財団 コア研究室 研究リーダー 岡田康光 研究従事者 光科学技術研究振興財団 コア研究室 研究員 杉山 昭、瀧口義浩</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標 研究の概要 LD は局所的に高い熱量を発生する発熱体であり、これを温度精度 0.1 度程度に安定して冷却動作させることが、TW レーザーを高効率で安定に駆動させる鍵である。そこで、LD を冷却する技術としてのヒートシンクは不可欠で、本事業でもフェーズ I の段階より銅の複雑な内部形状を持たせたヒートシンクの提案・試作・解析を進めてきた(「高精度加工技術の開発」)。その研究に基づき、フェーズ II では、より熱特性が安定し、電源の不要なヒートパイプを用いた冷却方法の詳細検討を開始した。小型ヒートパイプを用いた高性能半導体レーザー(LD)冷却機構として、噴流タイプのシングルアレイの半導体レーザーに対し、冷却能力の限界性能を見極め効果の実証を行う。LD や LD 電源の冷却性能を向上させることと、冷却水を LD 近傍に持ち込む必要がないということを目指しており、水冷溶媒を通常の水道水で可能とすることができるなどのメリットがあり、当初研究目的の、金属鏡面加工を用いて冷却性能を向上すること、およびヒートパイプによる冷却の性能向上をねらう。 研究の独自性・新規性 銅のヒートシンクにおける冷却部内部の構造が LD の冷却特性を左右する。そこで、従来にないさまざまな内部構造を試作し、噴流型ヒートシンク以外の構造における熱特性の知見を得ることができた。また、ヒートパイプを使った冷却方式は世の中で広く普及しており素子自体は安価で製作しやすいものであるが、それを光デバイスや高出力レーザーの冷却に用いることは現在おこなわれていない。 研究の目標 数値目標としては、ヒートシンクの熱特性である $0.3 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ 程度を目指す(つまり 100W の LD を付けると $30 \text{ } ^\circ\text{C}$ はヒートシンク部の温度があがる)。これは現行の噴流型 LD に採用されているヒートシンクと同程度である。</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況 冷却性能として $0.3 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ が実現すれば、高出力 LD や高出力レーザー結晶の冷却などが可能となるため、最初に高出力 LD スタック用冷却機構としてシミュレーションを含む熱設計をおこない、それに基づいて試作機を製作、冷却実験をおこなう。実験にはサーモビューアを用いた熱測定を実施しシミュレーションとの対比をおこなうことで次期の冷却機構へ反映させる。</p>
<p>主な成果 具体的な成果内容： (1) 冷却部内部をすだれ構造あるいは剣山構造を用いることで、従来の噴流型ヒートシンクより簡易型のヒートシンクを構成できた。ただし、冷却性能は目標には至らなかった。 (2) シミュレーションを用いてヒートシンク・ヒートパイプおよび放熱フィンからなる冷却機構を熱設計し、数百WクラスのLDを冷却する機構を考案した。 (3) 設計した冷却機構を実際に製作し赤外線イメージング装置を用いて、表面の温度分布を計測評価することで、冷却性能の測定をおこなった。 特許件数： 0 論文数：0 口頭発表件数：0</p>
<p>研究成果に関する評価 1 国内外における水準との対比 銅のヒートシンクの内部構造の検討は、高出力LDを開発している多くのメーカーと利用者がそれぞれの方式で行なっている。我々も従来にない構造を考案し評価を進めた。一方でヒートパイプのLD冷却への応用などは、日本国内では同様な実験報告はまだ見られず、高出力LD・高出力レー</p>

ザーの冷却構造としては先進的である。

2 実用化に向けた波及効果

現在、高出力LD・高出力レーザーの冷却には大型冷却装置（チラー）による場合がほとんどであるが、この技術が実用化されれば完全空冷の高出力LD・高出力レーザーが実現し、小型・高効率・安価・安定性を好む産業分野に対して大変有益な技術となる。

さらに、本研究におけるヒートパイプの研究成果が小テーマ「高機能LD電源の開発」に応用され、電源内部の熱輸送効率を高め、その結果、92%を越える電源効率を達成したのは重要なことである。

残された課題と対応方針について

ヒートパイプへの熱流入量を増大させるためには、LDの局所での発熱をいかに大型の熱浴に高速で拡散させるかであり、今回開発したヒートパイプ冷却機構とLD素子間の熱伝達が、冷却全体のもっとも大きな課題となるため、その部分の冷却構造の検討がさらに必要となる。そのためには、シミュレーション計算を繰り返しおこない理想に近い構造を探ると同時に、場合によってはLD素子側のスタック構造も検討が必要となる。

	J S T負担分（千円）							地域負担分（千円）							合 計
	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	
人件費	0	0	0	442	610	633	1,685	0	0	0	277	273	354	904	2,589
設備費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他研究費 （消耗品費、材 料費等）	0	0	0	1,545	475	2,364	4,384	0	0	0	0	0	0	0	4,384
旅費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	287	377	623	1,287	0	0	0	0	0	0	0	1,287
小 計	0	0	0	2,274	1,462	3,620	7,356	0	0	0	277	273	354	904	8,260

代表的な設備名と仕様 [既存（事業開始前）の設備含む]

J S T負担による設備：赤外線カメラ

地域負担による設備：