

プログラム名：ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現

PM名：佐野 雄二

プロジェクト名：超小型パワーレーザー

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 9 年 度

研究開発課題名：

マイクロチップレーザーの開発

研究開発機関名：

大学共同利用機関法人自然科学研究機構 分子科学研究所

研究開発責任者

平等 拓範

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

1) パルスエネルギー 20mJ システム開発

本研究開発でプラットフォームとなる「高輝度パルス幅可変光源開発」として波長1 μ m、単一周波数・サブナノ秒パルス幅可変マイクロチップレーザーと、それを増幅するレーザーアンプを平成 28 年度に引き続き開発する。特に、平成 28 年度に考案した利得フィルターを平成 29 年度は具現化し、出力増強時のビーム品質向上の検討を行う(目標:基本波約 100mJ, $M^2 < 10$)。一方で、マイクロチップレーザー単体での出力増強と高ビーム品質化に向けた検討も行う(目標:基本波約 10mJ, $M^2 < 5$)。

2) 改良及び高出力化、製品化開発

試作した異種材料接合装置につき、実験を行いながら改良を重ねる。平成 28 年度は、高出力化の際に問題となる励起に付随した発熱を効果的に除去するための構造を可能とする連続接合についての検討を行う。平成 28 年度に、励起に付随する発熱を効果的に除去するための新たな DFC 構造を考案できたことを受け、平成 29 年度は、この DFC 構造によるマイクロチップレーザー及び増幅器を試作し、その特性評価を行う。また、DFC 構造を効率的に作れる連続接合装置、さらには大面積接合装置の検討も平行して行う。

3) マイクロチップレーザー有用性検証

「高出力 SHG とレーザーピーニング検討」及び「高出力 THz 波発生と利用法検討」では、「高輝度パルス幅可変光源開発」と連携し、特にマイクロチップレーザーの有用性を検証することを目指す。なお、「高輝度マイクロチップレーザー研究開発」においてすでに出力が当初目標である 100mJ を達成したことから、平成 28 年度に実施したフィージビリティスタディーの結果に基づき、平成 29 年度は有用性を検証した案件に関する検討を深めると共に、さらなる可能性についても検討する。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

1) パルスエネルギー 20mJ システム開発

マイクロチップレーザーのビーム品質向上、高輝度化に寄与の高い利得フィルターの特許出願に関し、特許庁対応を誠実に実施する事で特許として成立できた。また、パワー増幅器や単体での出力増強に関しても良好な結果を得た。

2) 改良及び高出力化、製品化開発

試作した異種材料接合装置につき、特に、高出力化の際に問題となる励起に付随した発熱を効果的に除去するための DFC 構造の特性を検討し、良好な結果を得た。また、表面活性接合に係る特許出願に関し、特許庁対応を誠実に実施する事で特許として成立できた。

3) マイクロチップレーザー有用性検証

「高出力 SHG とレーザーピーニング検討」及び「高出力 THz 波発生と利用法検討」では、「高輝度パルス幅可変光源開発」と連携し、特にマイクロチップレーザーの有用性を検証を実施し良好な結果を得た。

2-2 成果

1) パルスエネルギー 20mJ システム開発

開発した高輝度マイクロチップレーザー・パワー増幅器(図1)のビーム品質向上に成功した。最大出力 235mJ(0.4GW)においても $M^2=1.4$ とビーム品質が両行で会ったため輝度にして $18\text{PW}/\text{sr}\cdot\text{cm}^2$ を達成した(図2)。また、このビーム品質向上に重要な利得アパーチャに関し特許成立に成功した(特許 6261057 号)。

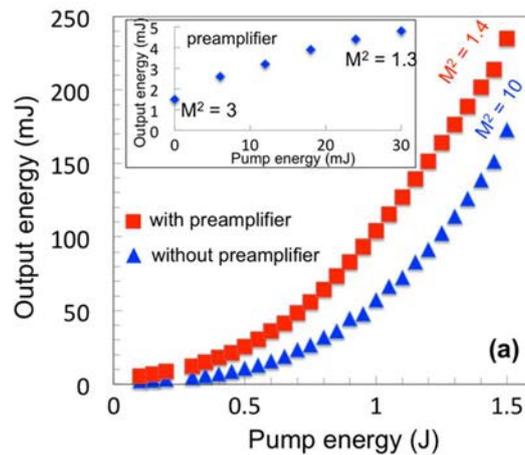
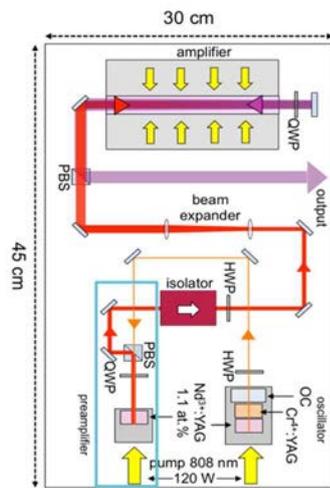


図1 マイクロチップレーザーとその増幅器構成 図2 マイクロチップレーザー・増幅器の出力特性

2) 改良及び高出力化、製品化開発

高出力化の際に問題となる励起に付随した発熱を効果的に除去するための DFC (distributed face cooling) 構造によるマイクロチップレーザー及び増幅器を試作し、その特性評価を行い良好な結果を得た。また従来構成の場合、熱問題の為に途中で破損したが、DFC チップではスロープ効率 60%以上と高い値を維持したままで入力励起パワーで最大まで問題なく動作を確認することで DFC 構造の優位性を検証できた(図3)。また、4枚の Nd:YAG と 5 枚のサファイアを接合しても、レーザーのスロープ効率は 60%以上と高く、すなわち光学損失も低いことから、原子レベルの常温接合に成功した事が分かる。なお、この DFC 構造作成に重要な表面活性接合に関し特許成立に成功した(特許第 6245587 号)。

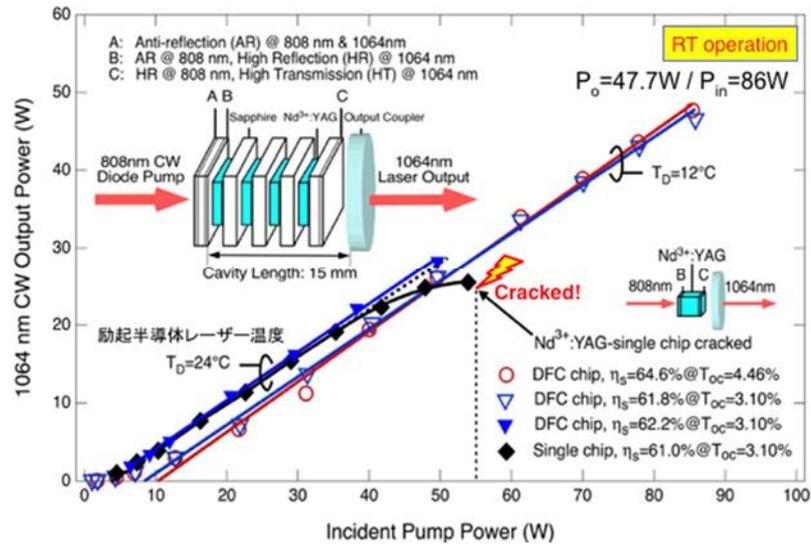


図3 マイクロチップレーザーの入出力特性(従来構成とDFCチップで特性比較)

3) マイクロチップレーザー有用性検証

「高出力 SHG とレーザーピーニング検討」及び「高出力 THz 波発生と利用法検討」では、「高輝度パルス幅可変光源開発」と連携し、特にマイクロチップレーザーの有用性を検証を実施し有用性を検証した。

2-3 新たな課題など

特に無し

3. アウトリーチ活動報告

各種国際会議、国内の学会で成果を発表した。特に平成 29 年度は、固体レーザーに関し世界で最も権威の高い OSA のトピカルミーティング Advanced Solid-State Lasers を日本に誘致、名古屋国際会議場で開催し、本研究成果の重要性を国際的に認知させることに成功した。また、プレス発表も行い、新聞等で報道された。