100Hz 繰り返し 10 PW/sr･cm^{2}級マイクロ MOPA

100Hz operation in the 10 PW/sr･cm^2 class Micro-MOPA

理研 [1]，分子研 [2]　○川﨑 泰介 [1,2]，Vincent Yahia[2]，平等 拓範 [1,2]

RIKEN [1], Institute for Molecular Science [2], ○Taisuke Kawasaki[1,2], Vincent Yahia[2], Takunori Taira[1]

E-mail: taisuke.kawasaki@spring8.or.jp

マイクロチップレーザーはサブナノ秒ジャイアントパルスを直接発生できる [1)]。更に、M^{2}を低減する利得アパーチャと、エネルギーを増幅する Master Oscillator Power Amplifier:（MOPA）構成を組み合わせたマイクロ MOPA は、200mJ、0.34GW、18PW/sr･cm^2 以上の高輝度光を発生できる [2)]。一方高輝度化を進めたところ、主要部品が 100Hz 対応にも関わらず、増幅器の熱レンズがビームを収束し光学系を破壊するため、繰り返しが 10Hz に制限された [2)]。そこで 100Hz 対応のため、熱列レンズ、熱複屈折の補償光学系最適化を実施した。

１）熱レンズ補償

100Hz 運転での増幅器内 Nd:YAG ロッド(ドープ率 1.0at.%,半径 2.5mm,長さ 126mm)の熱レンズ特性評価 [3)]をもとに熱レンズ補償光学系を導入した。最適化前後の Nd:YAG ロッド近辺の光学系を Fig.1 に示す。100Hz、励起パルス幅 250μs、励起エネルギー1.5J 時、Nd:YAG ロッドの熱レンズ焦点距離 f_{th} は 0.6m である。この補償のため、焦点距離が f_a=-100mm、f_b=150mm、レンズ間の距離が 25mm、合成焦点距離-0.6m のレンズ対を Nd:YAG ロッド直後に配置した。主点位置は f_a からロッド側に遡って 100mm であり、Nd:YAG ロッドの主点と近接するため、ロッドへの入力、レンズ対からの出力ビーム径が同等になる。

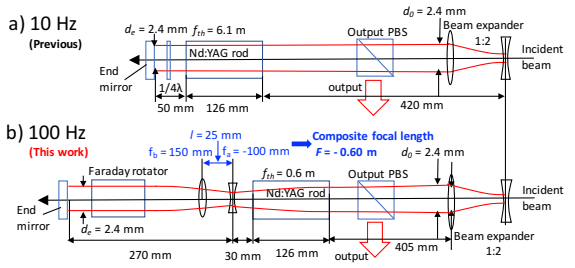

Fig.1 A3 size highly brightness Micro-MOPA optics. a) Previous set up for 10 Hz operation b) For 100Hz operation.

Table 1 Experimental result of Micro-MOPAs with previous setup and this work.

Ref.	Gain aperture	Repetition rate	Energy	Average power	Pulse length	Peak power	M^2	Brightness
2)	No	100 Hz	180 mJ	18 W	430 ps	0.40 GW	>10	0.4 PW/sr/cm^2
2)	Yes	10 Hz	235 mJ	2 W	700 ps	0.34 GW	1.4	18 PW/sr/cm^2
This work	Yes	100 Hz	190 mJ	19 W	470 ps	0.40 GW	1.8	11 PW/sr/cm^2

２）熱複屈折補償

100Hz 試運転の結果、熱複屈折により偏光が悪化、30%の光が出力 PBS を透過し発振器側に戻る事が分かった。そこで 1/4 波長板をファラデーローテータと交換、偏光補償した [4)]。

以上の最適化の結果、190mJ、パルス幅 470ps の 100Hz 運転に成功した。既存構成との比較を Table1 に、ビームプロファイルを Fig.2 に示す。M^2 は 1.8 であり、輝度 11PW/sr･cm^2 での 100Hz 運転が達成できた。

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）により、科学技術振興機構を通して委託されたものです。

本研究は未来社会創造事業 JPMJMI17A1 の支援を受けたものです。

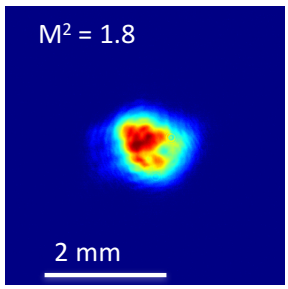

Fig. 2 Beam profile under 100Hz operation

1) H. Sakai et al., Opt. Express **16** (2006)
2) V. Yahia and T. Taira, Opt. Express **26** (2018).
3) T. Kawasaki et al., LIC' 18(2018)
4)K. G. Han et al., Jpn. J. Appl. Phys. **34,** L994-L996 (1995)