

単一縦横モード発振を維持したレーザーの高出力化

Development of high power pulsed laser using bow-tie cavity

電通大 基盤理工, °隈元清哉, 大饗千彰, 古川裕介, 桂川 眞幸

Univ. of Electro-Communications, °Seiya Kumamoto, Chiaki Ohae,

Yusuke Furukawa, and Masayuki Katsuragawa

E-mail: kumamoto@mklab.es.uec.ac.jp

1. はじめに

レーザーを高出力化しようとする、レーザー共振器を構成する光学部品が光強度によって損傷するという問題が生じる。これを回避する方法として通常は、共振器内のビーム径を大きくし、単位面積当たりの光強度を下げる方法がとられる。単純に共振器内のビーム径を大きく設計すると、 TEM_{00} モードの共振周波数に、高次横モードの共振周波数が近接して、単一横モード発振をすることが難しくなる。多モード発振したレーザー光は、単に質が悪いというだけでなく、局所的に光強度が大きくなるホットスポットができ、より光学部品が損傷しやすくなるという悪循環も招く。この問題意識のもと、ここでは、単一横モード発振を維持したまま、高出力化するレーザー共振器のデザインを提案し、かつ実際に得られた性能について報告する。

2. 構築したレーザーシステムと得られた性能

Fig.1 に新しくデザインした Bow-tie 型の注入同期パルスレーザーシステムの構成を示す。ミラーM1, M2 は凹面鏡、ミラーM3, M4 は平面鏡である。通常凹面鏡間の集光部にレーザー媒質を配置するが、本構成では平行光部に配置する。これが、このデザインでの新規性である。これで全ての光学部品上でビーム径を大きく保つことができ、かつ凹面鏡間に集光点が存在することによって高次の TEM_{01} , TEM_{10} の共振周波数モードが TEM_{00} のモードの縦モード間隔のほぼ真ん中に位置し容易に単一横モードの選択ができる。

しかし、レーザー媒質を平行光部に配置したことで凹面鏡間に集光点生まれ、レーザーの高出力化に伴い空気放電が生じるという新しい問題が発生する。通常、共振器内にセルなどの媒質を挿入する構成は避けるべきであるが、本構成では集光地点での放電を避けるために真空セルを挿入する。更に、真空セルの窓をブルースター角にカットした石英ガラスにすることで、レーザー光が凹面鏡への斜め入射した時に生じる非点収差をキャンセルでき、かつ真空セル挿入による損失を最小限に抑えることができる。これにより、問題なくレーザー共振器を動

作させることができる。

Fig.2 に得られた入出力特性を示す。ビーム直径は2.0 mm に設計され、132 mJ の励起エネルギーに対して最大 30 mJ の出力を得ることができた。この時、ビーム品質を示す M^2 値は1.1であり単一横モードの発振が維持されていることが確認された。出力のスケールアップや他の共振器設計との比較などの詳細について当日報告する。

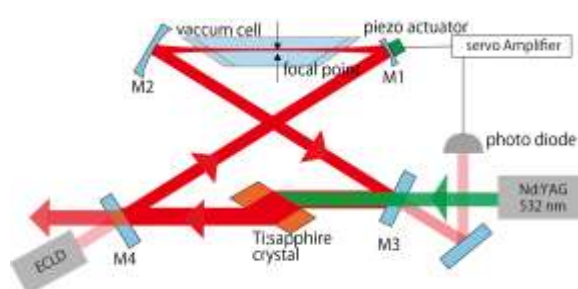


Fig. 1. Schematic diagram of the injection locked pulsed

Ti:sapphire Laser

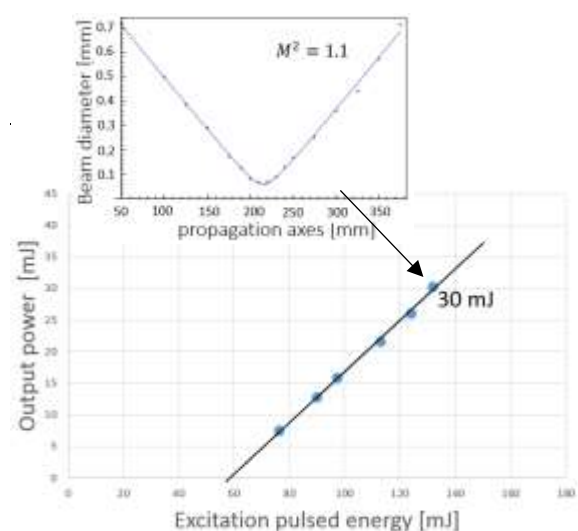


Fig. 2. Output power vs Excitation pulsed energy in the injection-locked oscillation. Inset: Beam quality estimated by M^2 method at an output power of 30 mJ