

軸方向放電励起 CO₂ レーザーにおけるレーザービームの制御

Control of laser beam in longitudinally excited CO₂ laser

山梨大工¹, 阪大レーザー研² [○]宇野 和行¹, 後藤 勇人¹, 實野 孝久²

Univ. Yamanashi¹, ILE, Osaka Univ.², [○]Kazuyuki Uno¹, Hayato Goto¹, Takahisa Jitsuno²

E-mail: kuno@yamanashi.ac.jp

1. 背景・目的

CO₂ レーザー（主な波長 9.6 μm, 10.6 μm）は、放電管構造の種類や放電方式の種類、発振方式の種類により、ポータブルな小型なものから据え置きの大型なもの、低出力から高出力、10 ns の短パルスから 10 ms の長パルス、低ビーム品質のものから高ビーム品質のものまで様々である。

我々は、小型で高性能なレーザー装置を実現する方式として、軸方向放電励起方式に着目している。これまでに、我々は、軸方向放電励起 CO₂ レーザーでは、パルス幅 60 ns から 100 μs の制御や繰り返し周波数 300 Hz, 出力 7.0 W の短パルス発振、様々なレーザーパルス波形を用いたガラスや樹脂、紙、歯などの加工の研究を行ってきた¹⁻⁴⁾。

本研究は、レーザービームの集光径やフルエンスの向上のために、軸方向放電励起 CO₂ レーザーのビーム品質の向上を目的とした。

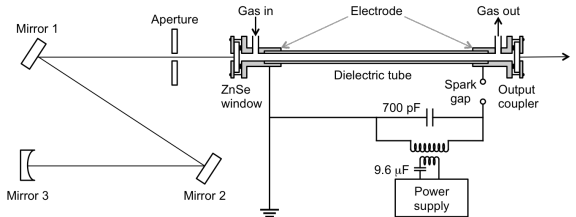


Fig. 1. 軸方向放電励起 CO₂ レーザー.

2. 実験装置

Fig. 1 は、軸方向放電励起 CO₂ レーザーである。放電管は、内径 13 mm、長さ 45 cm のアルミナセラミックパイプとその両端の電極で構成された。共振器は、反射率 85% の ZnSe 出力鏡と曲率 10 m の全反射鏡、共振器長 175 cm で構成された。また、共振器の中に、径 11 mm、または、9 mm、7 mm のアパーチャーが設置された。励起回路は、-600 V のパルス電源とトランス、700 pF の充電容量、スパークギャップ、放電管で構成された。

実験は、混合比 CO₂:N₂:He = 1:1:2 の媒質ガスと 1 Hz の繰り返し周波数で行われた。集光径の測定では、焦点距離 5 cm の ZnSe レンズが用いられた。また、感熱紙（ZAP-IT）により集光径が測定された。

3. 結果

ガス圧 2.8 kPa において、出力されたレーザーパルスは、尖頭パルス幅 411 ns、尖頭パルスエネルギー 0.85 mJ、パルステール長 135 μs、テールエネルギー 24.5 mJ のテール付き短パルスであった。

このとき、アパーチャなしではドーナツ型のビーム、11 mm と 9 mm のアパーチャではトップハット型のビーム、7 mm のアパーチャではガウシアン型のビームが得られた。Table 1 は、ガス圧 2.8 kPa における M² と拡がり角(全角)、エネルギー、集光径、フルエンスのアパーチャサイズ依存特性である。ガス圧依存特性などの詳細は、当日、報告する。

Table 1. レーザービームのアパーチャサイズ依存特性

Aperture	W/O	11 mm	9 mm	7 mm
M ²	6.42	4.28	2.76	1.63
Divergence [mrad]	0.883	1.54	0.679	1.48
Spot diameter [μm]	370	277	208	167
Energy [mJ]	25.4	15.4	7.43	2.23
Fluence [J/cm ²]	23.6	26.1	21.9	10.2

謝辞

本研究は、精電舎電子工業株式会社との共同研究の成果である。

参考文献

1) J. Li, et al., Proc. SPIE, 10016 (2016) 10016G.
2) K. Uno, et al., Proc. SPIE, 9735 (2016) 973519.
3) K. Uno, et al., Proc. SPIE, 9692 (2016) 96920K.
4) K. Uno, et al., Proc. SPIE, 9266 (2014) 92661U.