

軸方向放電励起 CO₂ レーザーにおける媒質ガスとレーザーパルス波形の関係Relation between gas media and laser pulse in longitudinally excited CO₂ laser山梨大工¹, 阪大レーザー研² °廣瀬 義文¹, 宇野 和行¹, 秋津 哲也¹, 實野孝久²Yamanashi Univ.¹, ILE, Osaka Univ.², °Yoshifumi Hirose¹, Kazuyuki Uno¹, Tetsuya Akitsu¹, Takahisa Jitsuno²

E-mail: g13mh010@yamanashi.ac.jp

1. 背景

現在, 産業応用や医療応用に最も使用されているレーザーの一つは CO₂ レーザー (波長 9.2-11.4 μm) である. 産業用レーザーや医療用レーザーでは, 低コストで小型, 単純な装置が求められている. そこで, 我々は軸方向放電励起方式に着目した. 近年の本研究室で, 軸方向放電励起 CO₂ レーザーにおいて短パルス高出力発振に成功した[1]. CO₂ レーザーでは, 媒質ガスに CO₂ と N₂, He を混合したガスを用いる. N₂ は CO₂ と上準位がほとんど同じであるため, N₂ からのエネルギー移譲により効率よく CO₂ はレーザー上準位に励起される. He は上準位 CO₂ の緩和を促進させる. 本研究では, ガス混合比に着目し, パルス形状の制御を目的とした.

2. 実験

Fig. 1 は実験装置図を示す. 励起回路には, パルス電源とイグニッションコイル (NIPPONDENSO, 0297040060), 充電コンデンサ, スパークギャップで構成されるダイレクトドライブ回路が用いられた. レーザー管には, 長さ 45 cm, 内径 13 mm のセラミックチューブが用いられた. 共振器には, 凹型全反射 Au コート Si ミラー (曲率半径 20 m, 反射率 99%) と ZnSe 出力カップラ (反射率 85%) が用いられた. 本実験において, 混合器により媒質ガスの混合比を変え, レーザー出力を測定した.

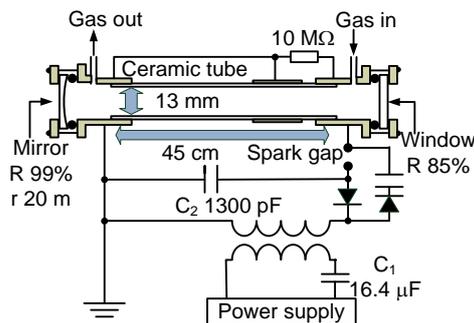
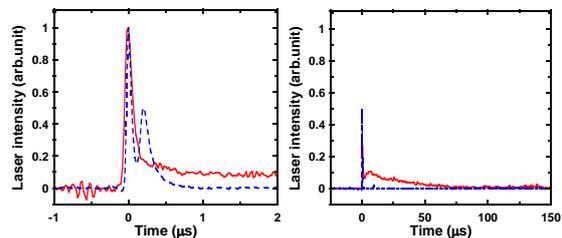


Fig. 1. 実験装置図.

3. 結果

Fig. 2 は, CO₂: N₂: He=1: 1: 2 と 40: 2: 25 の 1.8 kPa におけるレーザーパルス波形を示す. CO₂: N₂: He=1: 1: 2 において, 出力エネルギー 27.5 mJ, 尖頭パルスエネルギー 0.76 mJ, 尖頭パルスの半値幅 122 ns, テール長 142 μs のテール

付き短パルス発振が観測された. CO₂: N₂: He=40: 2: 25 において, 出力エネルギー 3.91 mJ, パルス半値幅 60.6 ns のテールフリー短パルス発振が観測された. CO₂: N₂: He=40: 2: 25 では, N₂ の割合が小さいため, N₂ から CO₂ へのエネルギー移譲が減少し, テールフリー短パルスのレーザー発振が行われた.



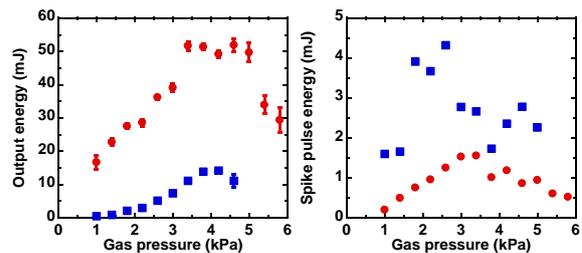
(a) 拡大波形

(b) 全体波形

Fig. 2. 1.8 kPa におけるレーザーパルス波形.

赤実線は 1: 1: 2, 青破線は 40: 2: 25 を示す.

Fig. 3 は, CO₂: N₂: He=1: 1: 2 と 40: 2: 25 における出力エネルギーと尖頭パルスエネルギーのガス圧依存特性を示す. 最大出力エネルギーはガス混合比 CO₂: N₂: He=1: 1: 2 において 4.6 kPa で出力 51.9 mJ であった. 最大尖頭パルスエネルギーはガス混合比 CO₂: N₂: He=40: 2: 25 において 2.6 kPa で 4.3 mJ であった.



(a) 出力エネルギー

(b) 尖頭パルスエネルギー

Fig. 3. 出力エネルギーと尖頭パルス

エネルギーのガス圧依存特性.

赤丸は 1: 1: 2, 青四角は 40: 2: 25 を示す.

謝辞

本研究成果は, JST A-STEP シーズ顕在化 (AS2421207) の成果の一部であり, 精電舎電子工業株式会社と共同で行われた.

参考文献

[1] K. Uno, et al., Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, 34 (2013) 225-230.