

He フリーガスを用いた軸方向放電励起 CO₂ レーザーの利得特性

Gain characteristics of longitudinally excited CO₂ laser by using He-free gas

山梨大学¹, 精電舎電子工業株式会社² ○(B)宮川 大吉¹, 柳井 聖民¹, 宇野 和行¹,
渡會 翔平², 児玉 康司^{1,2}, 米谷 和幸²

¹Univ. of Yamanashi¹, Seidensha Electronics², ○Daikichi Miyagawa¹, Kiyotami Yanai¹,
Kazuyuki Uno¹, Shohei Watarai², Yasushi Kodama^{1,2}, Kazuyuki Yoneya²

E-mail: t19ee054@yamanashi.ac.jp

1. 背景

一般的な CO₂ レーザーでは, CO₂ と N₂, He の混合ガスが使用されるが, He ガスの供給は世界情勢に依存し, 現在 He ガスは入手困難である. CO₂ レーザーでは, He ガスは放電の均一化の効果がある. 均一放電が得られやすい軸方向放電励起方式では He フリーガスでも発振する可能性がある. 軸方向放電励起 CO₂ レーザーは, 予備電離装置や高速ガスフロー装置を用いずに, 高繰り返し動作が可能である.

本研究では He フリーガスによる軸方向放電励起 CO₂ レーザーの利得特性を調査した.

2. 実験装置

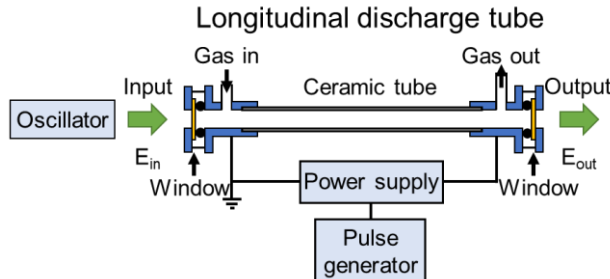


Fig. 1. Longitudinal discharge tube.

Fig. 1 は, 軸方向放電励起放電管の利得測定装置構成図である. 軸方向放電管は, 内径 8 mm, 外径 12 mm, 長さ 45 cm のアルミナセラミック管とその両端に取り付けられた電極, 2 枚の ZnSe ウィンドウによって構成された. 媒質ガスには, CO₂ と N₂ の混合ガスが使用された. パルス電源は, 立ち上がり時間約 288 ns, 約 27 kV のパルス電圧を出力した. 軸方向放電管への入力エネルギーは, 235 mJ または 398 mJ, 738 mJ であった. 装置には, 予備電離装置やガスフロー装置は使用されなかった. 利得測定のためのシード光はパルス幅 176 ns, エネルギー 492 μJ の CO₂ レーザーパルスであった.

3. 実験結果

Fig. 2 は, 繰り返し周波数 1 Hz, ガス混合比

CO₂: N₂ = 1 : 2, ガス圧 2.6 kPa, 軸方向放電管への入力エネルギー 738 mJ, 遅れ時間 10 μs (軸方向放電管の放電後 10 μs でシード光の入射) における増幅後のレーザーパルス波形と軸方向放電管の放電電圧波形である. レーザーパルスは, エネルギー 1.21 mJ, パルス幅 128 ns のテールフリー短パルスであった. 増幅率は 2.46 倍, 小信号利得係数は 2.00 %/cm であった.

Fig. 3 は, ガス混合比 CO₂: N₂ = 1 : 2 における最大小信号利得係数の繰り返し周波数特性である. 繰り返し周波数 300 Hz においても He フリーガスで利得が得られた.

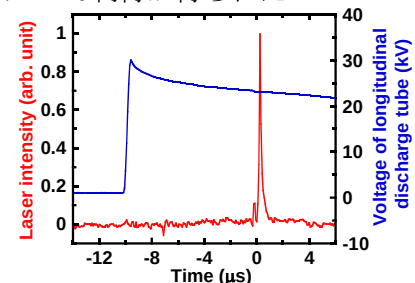


Fig. 2. Laser pulse and discharge voltage waveforms at delay time of 10 μs. Red line is laser pulse waveform, and blue line is discharge voltage waveform.

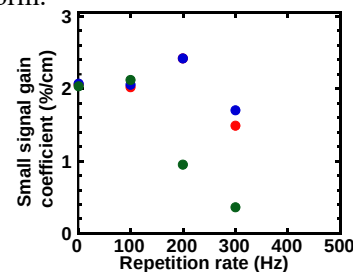


Fig. 3. Dependence of small signal gain coefficient on repetition rate. Red, blue, and green are the input energies to the longitudinal discharge tube of 235 mJ, 398 mJ and 738 mJ, respectively.

参考文献

- 1) K. Uno, et al., "1 kHz Oscillation of short-pulse CO₂ laser pumped by longitudinal discharge without pre-ionization", Opt. Laser Technol., 152, 108174 (2022).