

軸方向放電励起 CO₂ レーザーにおけるダブルパルスの生成Generation of double pulses in longitudinally excited CO₂ laser山梨大¹, 精電舎電子工業² ◯(M1)吉村 邦彦¹, 宇野 和行¹, 児玉康司^{1,2}, 米谷和幸²Univ. of Yamanashi¹, SEIDENSHA ELECTRONICS CO.², ◯Kunihiko Yoshimura¹, Kazuyuki Uno¹,Yasushi Kodama^{1,2}, Kazuyuki Yoneya²

E-mail: g21te026@yamanashi.ac.jp

1. 背景・目的

CO₂ レーザー加工において、レーザーパルス波形の制御は重要である。軸方向放電励起 CO₂ レーザーでは、テールフリー短パルスやテール付き短パルス、長パルス、CW が発振可能である[1]。本研究では、一つの共振器に二本の放電管で構成された軸方向放電励起 CO₂ レーザーを用いたマルチ放電管システムを開発した。放電タイミングの制御により、二本の放電管から出力されたそれぞれのレーザーパルスを合成し、ダブルパルスの生成が試みられた。本研究の目的は、パルス幅約 250 ns のテールフリー短パルスにおけるダブルパルスの生成とその特性の調査である。

2. 実験装置・方法

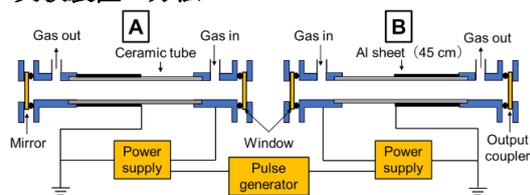


Fig. 1. Schematic diagram of laser system.

Fig. 1 は、本研究で用いられた軸方向放電励起 CO₂ レーザーを用いたマルチ放電管システムの構成図を示す。二本の放電管（内径 16 mm, 外径 20 mm, 長さ 60 cm）が一つの共振器内に直列に配置された。放電管 A には、全反射鏡（反射率 99%@10.6 μm）と ZnSe 窓が取り付けられた。放電管 B には、ZnSe 窓と出力鏡（反射率 85%@10.6 μm）が取り付けられた。共振器長は 160 cm であった。媒質ガスには、ガス圧 0.8 kPa のピュア CO₂ ガスが用いられた。それぞれの放電管には、立ち上がり時間約 300 ns, 約 12–16 kV の高電圧パルスが繰り返し周波数 1 Hz で印加された。パルスジェネレータにより、放電管 A と B への放電印加のタイミングが、最大 200 μs まで制御された。放電管への入力エネルギーは、放電管 A が 140–310 mJ に調整され、放電管 B が 310 mJ に固定された。

3. 実験結果

Fig. 2 は、遅れ時間 4 μs におけるレーザーパルス波形を示す。放電管 B による一つ目のレーザーパルス（1st パルス）が出力後、4 μs 遅れて放

電管 A による二つ目のレーザーパルス（2nd パルス）が出力するダブルパルスが生成された。ダブルパルスの 1st パルスと 2nd パルスのパルス幅は 256 ns と 896 ns であった。放電管 B の単独発振におけるピーク強度を 1 としたとき、1st パルスと 2nd パルスのピーク強度は 0.94 と 1.20 であった。ダブルパルスのレーザーエネルギーは 7.25 mJ であり、単独発振の合計値 5.46 mJ より大きくなった。

Fig. 3 は、遅れ時間と 2nd パルスを生成する放電管 A への入力エネルギーに依存するピーク強度特性を示す。入力エネルギーの調整により、2nd パルスのピーク強度は制御された。このとき、1st パルスのピーク強度は変化せず、ほぼ一定の値であった。

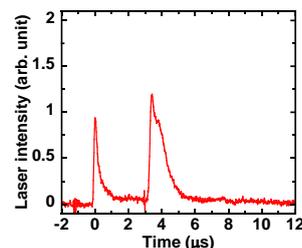
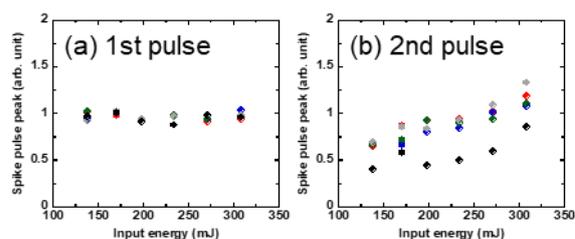
Fig. 2. CO₂ laser pulse waveform at time delay of 4 μs.

Fig. 3. Dependence of spike pulse peak on input energy of discharge tube A and time delay. Red, blue, green, gray, and black circles represent time delay of 4 μs, 7 μs, 15 μs, 100 μs, and 200 μs, respectively. (a) 1st pulse. (b) 2nd pulse.

謝辞

研究成果の一部は、JST A-STEP シーズ育成タイプ (AS3015041S) によるものである。

参考文献

- [1] K. Sakamoto, et al., “Longitudinally excited CO₂ laser with a spike pulse width of 100 ns to 300 ns”, Proc. SPIE, 10898, 10898U (2019).