

Triple-axicon 光共振器によるアジマス偏光パルス CO₂ レーザーの開発

Development of an azimuthally polarized pulsed CO₂ laser by a triple-axicon optical resonator

○曾根 有紀¹、黒川 悠揮¹、遠藤 雅守¹、宇野 和行² (1. 東海大理、2. 山梨大工)

○Yuki Sone¹, Yuki Kurokawa¹, Masamori Endo¹, Kazuyuki Uno² (1. Tokai Univ., 2. Yamanashi Univ.)

E-mail: 4bsnm005@mail.tokai-u.jp

1. 背景と目的

軸対称偏光は、円偏光より効率的なレーザー加工ができると考えられている。しかし、高出力な軸対称偏光レーザー発生の技術が未確立であるため、加工の事例が未だ少ないのが現状である。筆者らは2010年、市販の連続発振 CO₂ レーザー (Amada OLC-420H) に 3 つの axicon mirror を組み合わせた Triple-axicon mirror を適用し、軸対称偏光で 2kW の出力を得た[1]。本研究では、この Triple-axicon mirror を組み込んだ光共振器で、アジマス偏光で発振するパルス CO₂ レーザーを開発する。

2. アジマス偏光パルス CO₂ レーザーの開発

レーザー発振器は、山梨大学で開発された軸方向放電励起 CO₂ レーザー (波長 10.6μm、繰り返し周波数 3~10Hz) である。このレーザーはガス組成を変えることでパルス幅 100ns、テールフリーの高ピーク出力が得られることが特徴である[2]。レーザーの構成概念図を Fig. 1 に示す。レーザー管は内径 13mm のセラミックス製で、一端を出力鏡、他端は透過窓として共振器を一部外部化した。Triple-axicon は口径 25mm の空洞にあわせて設計されたものを流用したため、望遠鏡でビーム径を整合した。媒質として混合比 CO₂ : N₂ : He = 1 : 1 : 2 のガスを用いた。取り外し可能な球面鏡を Triple-axicon の前に設置し、通常の安定型光共振器の構成でも発振を可能とした。

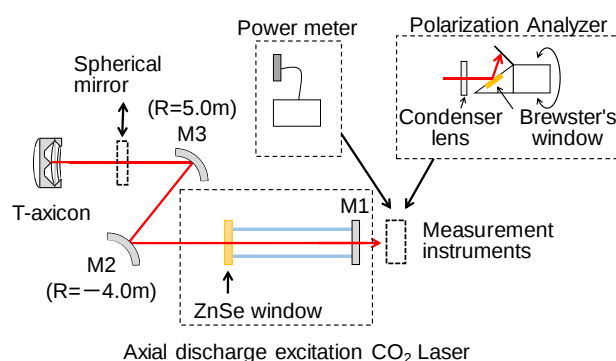


Fig. 1: Azimuthally polarized pulsed CO₂ laser

3. 実験結果

球面鏡、Triple-axicon それぞれでエネルギー、横モード、波形、偏光分布を測定した。その結果、球面鏡では最大 30mJ、Triple-axicon では最大 22mJ の出力で発振した。パルスの時間波形は、半値 200ns の尖頭パルスに数 μs のテールを伴うものである。レンズで集光したレーザー光のスポット径は球面鏡、Triple-axicon と同じで、M² がおよそ 2 であることから横モードは TEM₀₁* であると推測される。

ブリュースター窓と感熱紙を組み合わせた偏光解析器 (Fig. 1) を用い、ビームの偏光分布を計測した。結果を Fig. 2 に示す。球面鏡共振器はランダム偏光、Triple-axicon 共振器はアジマス偏光になっていることが確認できた。今後は加工試験を行い、穴あけ加工における軸対称偏光の効果を調べる予定である。本研究の一部は JSPS 科研費 26390086 の助成を受けた。

[1] M. Endo, Proc. SPIE 7579 (2010) 75790F

[2] K. Uno et al., Proc. SPIE 9266 (2014) 92661U

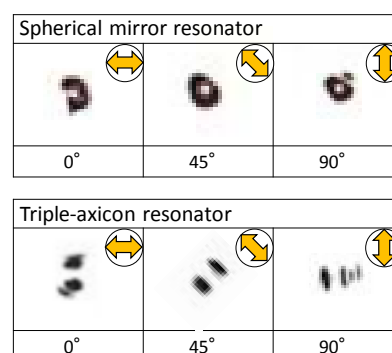


Fig. 2: Polarization distributions of spherical mirror and Triple-axicon resonators

※Double-headed arrows show the allowance direction of the polarizer.