

パルス幅可変・KrFランプの開発

Development of KrF lamp with variable pulse width

山梨大工¹, 阪大レーザー研² °(M2) 吉田 大海¹, 宇野 和行¹, 實野 孝久²

Univ. Yamanashi¹, ILE, Osaka Univ.², °Omi Yoshida¹, Kazuyuki Uno¹, Takahisa Jitsuno²

E-mail: g17te028@yamanashi.ac.jp

1. 研究背景・目的

現在、紫外光源としてインコヒーレント光によるエキシマランプ (Kr₂ (146 nm) や Ar₂ ランプ (126 nm)) とコヒーレント光によるエキシマレーザー (KrF レーザー (248 nm) や ArF レーザー (193 nm)) がある。エキシマランプは、装置が小型であり、ガスの封じ切り動作と高繰り返し動作、大面積照射が可能である。一方、エキシマレーザーは、微細な加工が可能であるが、装置が大型複雑であり、ガス寿命が短いという課題がある。そこで、我々は、小型でシンプルな装置構成が実現可能な方式として軸方向放電励起方式に着目した。本報告では、軸方向放電励起方式による低ガス圧 (6–100 kPa) におけるKrFの放電・発光特性の調査が行われた。また、本研究過程において、パルス幅可変・KrFランプが開発された。

2. 実験装置

放電管には、4種類のサイズのサファイア管が使用された (Table 1参照)。励起回路には、4種類の回路が用いられた (Fig. 1参照)。媒質ガスには、16種類の混合ガスが用いられた (Table 2参照)。4種類の放電管と4種類の励起回路、16種類の混合ガスに依存した発光パルスと発光スペクトル、電圧が測定された。共振器には、Excimer Cavity Rear Mirror (反射率 99.5%@248 nm) と誘電体ミラー (反射率75%@248 nm) が用いられた。

Table 1. 放電管のサイズ。

放電管				
内径 (mm)	2.5	2.5	10	10
長さ (cm)	15	30	15	30

Table 2. ガス混合比。

ガス混合比 (Kr:F ₂ :Ne)			
18:4:78	28:3:69	10:1:89	5:1:94
18:3:79	23:3:74	10:0.8:89.2	5:0.8:94.2
18:2:80	13:3:84	10:0.6:89.4	5:0.6:94.4
18:1:81	8:3:89	10:0.4:89.6	5:0.4:94.6

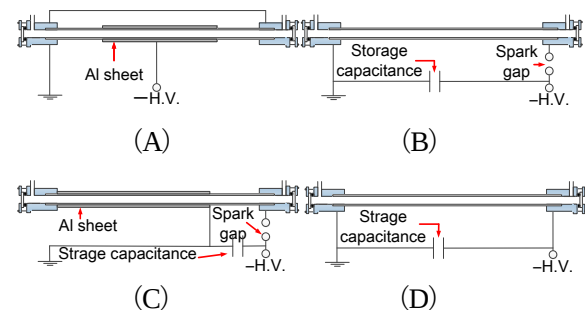


Fig. 1. 放電管と励起回路。

(A) は WC 回路, (B) は DD 回路, (C) は RDD 回路, (D) は SL 回路を示す。

3. 実験結果

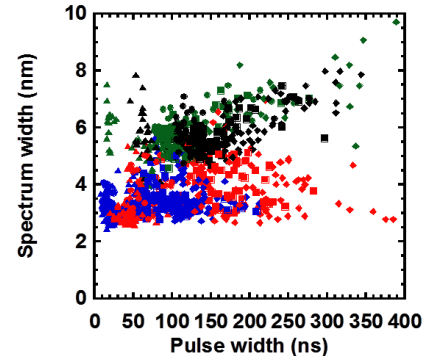


Fig. 2. スペクトル幅に対するパルス幅依存特性。▲はWC回路, ■はDD回路, ●はRDD回路, ◆はSL回路, 青は内径2.5 mm, 長さ15 cm, 赤は内径2.5 mm, 長さ30 cm, 緑は内径10 mm, 長さ15 cm, 黒は内径10 mm, 長さ30 cmの放電管を示す。

Fig. 2は、スペクトル幅に対するパルス幅依存特性である。本実験では、インコヒーレント光においてスペクトル幅2.5 nmから10 nmとパルス幅10 nsから400 nsの制御が可能になった。よって、スペクトル幅とパルス幅が制御可能なKrFランプが開発された。先行研究では、スペクトル幅が3.0 nmから4.4 nmまで制御されたKrFランプが報告されている[1]。スペクトル幅の制御に関して、本研究の制御範囲は先行研究に比べ格段に向上した。

4. 参考文献

[1] 熊谷寛他, レーザー研究, 18, 456–472 (1990).