

高圧クリプトンガス中におけるクリプトンダイマーの生成

鶴添 文人* 池田 凌* 窪寺 昌一** 加来 昌典*
(*宮崎大学)(**創価大学)

1 はじめに

近年、産業界では半導体、液晶パネルの製造工程における光ドライ洗浄用の光原として希ガスエキシマランプが利用されており、その主たる生成キネティクスは希ガス原子を放電励起する三体衝突過程であることが知られている[1].

これに対して、本研究では希ガスダイマーを直接励起する二体衝突過程を介した希ガスエキシマ生成[2]を提案している. 希ガスの一つであるクリプトン(Kr)の場合、クリプトンダイマー(Kr_2)の最小ポテンシャルエネルギーは 130 cm^{-1} であるため、常温では分布則に従いほとんど存在しない. しかしながら、ガス圧の増加と共に Kr_2 の存在率も増加し、10 MPa 程度の高圧下における熱平衡状態では、モノマーと同程度のダイマーが存在すると見積もられる. この Kr_2 を直接光励起することで、二体衝突過程($Kr_2+h\nu \rightarrow Kr_2^*$)による高密度のクリプトンエキシマ(Kr_2^*)生成が期待できる.

今回、 Kr_2 の吸収波長(125.5 nm)に発光波長が一致する真空紫外アルゴン(Ar)エキシマランプを励起光源として用いて、高圧 Kr ガス中で生成される Kr_2 の直接光励起を試みた.

2 実験

図 1 に本研究で用いた実験装置の概略図を示す. 実験装置は高圧セル内で生成される Kr_2 を光励起する Ar エキシマランプ部、Kr ガスを封入する高圧セル部、 Kr_2^* 発光を検出する光検出部により構成される. 励起源に用いた Ar エキシマランプは中心波長 126 nm、波長幅 10 nm (FWHM)、発光出力 1 mW であった. 高圧セル内には Kr ガスを最大 4 MPa まで封入した. 光検出部では、入射光を真空紫外用分光器で分光し、マイクロチャンネルプレート(MCP)でスペクトルを検出した. 窓材として真空紫外光を 115 nm まで透過する MgF_2 を用いた.

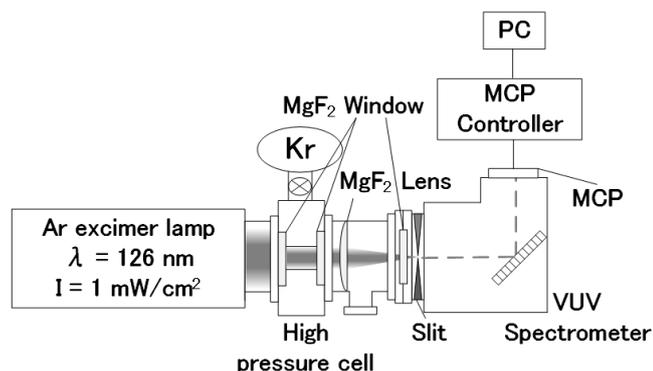


図 1 実験装置概略図

3 実験結果と検討

Ar エキシマランプを用いて Kr ガスを励起することによって、中心波長 147 nm、波長幅 10 nm(FWHM) の典型的な Kr_2^* の発光スペクトル[3]が観測された. この Kr_2^* の波長 147 nm における発光強度のガス圧依存性を図 2 に示す.

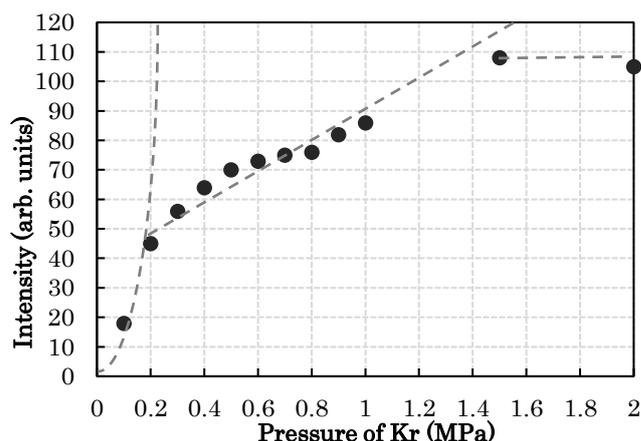


図 2 Kr_2^* 発光強度のガス圧依存性

Kr^* の発光強度は、0.1~0.2 MPa では、ガス圧の二乗に比例して急激に増加し、0.2~1.5 MPa で線形的になだらかに増加した. また、1.5 MPa 以上では Kr_2^* 発光強度はほぼ一定となった.

0.1~0.2 MPa の低圧域では、 Kr_2 はほとんど存在しないため、Ar エキシマランプによって Kr 原子が Kr_2^* のプリカーサーである Kr^* に励起され、2 つの Kr 原子との三体再結合過程($Kr^*+2Kr \rightarrow Kr_2^*+Kr$)がエキシマ生成の主過程となったためだと考えられる.

一方、0.2~1.5 MPa では Kr_2 の数密度が上昇し、 Kr_2 が直接光励起される二体衝突過程($Kr_2+h\nu \rightarrow Kr_2^*$)が優勢になったため、発光強度の増加傾向に変化が現れたと考えられる.

また 1.5 MPa 以上では、Ar エキシマランプの出力不足のため励起が飽和し、 Kr_2^* の発光強度が一定になったと考えられる.

これらの結果より、高圧化における Kr_2 の直接光励起によるエキシマ生成の可能性を示唆することができた. 今後、励起強度を上げることで、超高圧化における高密度のダイマー励起が可能であると考えられる.

参考文献

- [1] 窪寺昌一他, 電気学会論文誌C, **117**, 928 (1997).
- [2] 二神英治他, レーザー研究, **23**, 389 (1995).
- [3] M. V. McCusker, *Excimer Lasers* (Springer-Verlag, New York, 1984).