

# キセノンエキシマ真空紫外光ランプの高出力化

分子工学部 加藤 千尋、田中 聡美  
材料工学部 長沼 康弘

## 1 エキシマランプの原理と研究開発目的

キセノンなどの稀ガスに放電による電子衝撃を加えて電子励起を行うと、エキシマと呼ばれる励起状態でしか安定に存在し得ない2量体分子種が生成する。このエキシマは、生成後、数ナノ秒程度経つと電子基底状態に失活・解離し、その際に真空紫外光領域で強い発光を示す。

1980年代の終わり頃、このエキシマ発光を利用した、高輝度な真空紫外光ランプが開発された [1-3]。例えば、キセノンガスをを用いたエキシマランプでは、波長172nmの真空紫外光を、

100 W / m<sup>2</sup> という高い照射度で生み出すことができ、材料表面の光分解洗浄や光表面改質などに盛んに応用が進んでいる。この『キセノンエキシマランプ』の応用範囲を拡大するために、今まで以上に光出力の高いエキシマランプが欲しいとの要望が寄せられている。本発表では、従来のランプより10～20倍明るい、1～2 kW / m<sup>2</sup> の照射度の実現を念頭に置いて、高出力化に必要な要素技術の検討を行った。

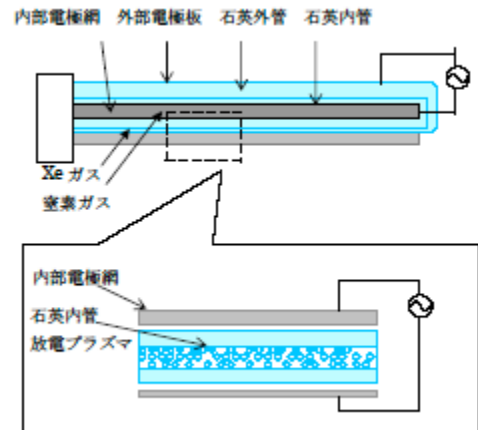


図1 エキシマランプの構造

## 2 放電方式について

図1に、エキシマ真空紫外ランプの構造を示す。エキシマランプでは、連続的な発光を得るために連続放電を行う必要があるが、通常のアーク放電では放電電流密度が低いために数ナノ秒程度の寿命しかないエキシマを高密度で生成させることができず、エキシマ発光がほとんど得られない。現在製品化されているエキシマランプでは、誘電体を介した特殊な放電方式を用いることにより、擬似的な連続放電でありながら高い放電電流密度を得ている。エキシマの生成効率、放電電流密度に関して非線形な関係があるので、擬似的な連続放電を行っているエキシマランプでも、放電電流にモジュレーションをかけることにより(疑似パルス放電)、同じ平均放電電流密度であってもエキシマの生成効率を高められる可能性がある。また、エキシマは2量体分子種であるため、ガス圧を高めることによってエキシマの生成効率は高くなるが、放電開始電圧も高くなるため、ガス圧の上昇には限度がある。上記の疑似パルス放電によりこの問題が解決する可能性もある。

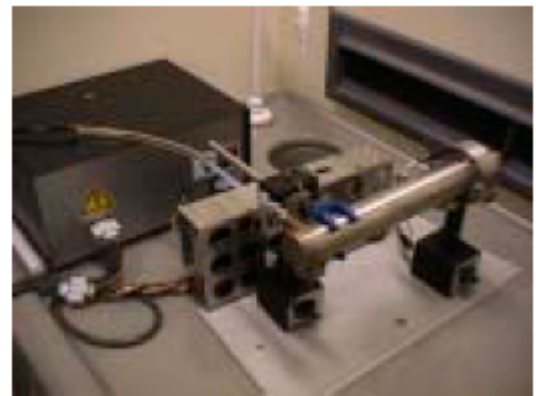


図2 エキシマランプと洗浄装置への応用の写真

## 3 ランプの形状について

エキシマランプの輝度が一定であっても、放電体積を拡大し、光取り出し効率を高めることが出来れば、照射度を高めることができる。このためには、ランプの形状に関する工夫が必要であり、いくつかの形状の放電管を設計・試作したので、その結果について報告する。図2に、ランプと洗浄装置への応用の写真を示す。

- [1] B. Eliasson and U. Kogelschatz, Appl. Phys. B, 46 (1988) 299-303.
- [2] B. Eliasson and U. Kogelschatz, IEEE Trans. Plasma Sci., 19 (1991) 309-323.
- [3] U. Kogelschatz, B. Eliasson and W. Egli, Pure Appl. Chem., 71 (1999) 1819-1828