1. Xe-Ne 混合気体の放射のXe分圧比依存性

木下公男 神野雅文 黒河久悦 青野正明
(愛媛大学 工学部)

1 はじめに 小電流低圧キセノン放電管は、周囲温度の影響を受けないことが水銀放電管にない利点であるが、輝度が低いのが致命的な欠点である。キセノンの放射に関する研究報告は多数ある^{1)~4)}が、光源として高輝度を達成できた報告はない。今回、十分な輝度は得られてないがキセノン-ネオン混合気体のパルス放電時の放射特性を求めたので報告する。

2 実験方法 キセノンスペクトルの放射強度を測定するために管の半分に残光がほとんどなく真空紫外放射に応答する蛍光体 NP-107(BaMg₂Al₁₆O₂₇:Eu)を塗布した放電管(管内径7mm)と、蛍光体の輝度測定用に残光のある蛍光体 NP-220(LaPO₄:Ce,Tb)を塗布した放電管(管内径5mm)を試作した。全圧を13.3kPa一定としキセノンとネオンの分圧比を変えて封入した。電極間距離は両者とも55mmである。これら放電管を繰り返し周波数を10kHzから50kHzまで、デューティ比を10%から30%まで変えて放電させ、放射強度の時間的な変化と輝度を測定した。

3 実験結果および考察 図1にキセノンとネオンの分圧比をパラメータとした、入力と輝度の関係を示す。キセノンの分圧比が高いほど、輝度が高く、入力の増加とともに輝度が増加する割合も大きい。キセノンの分圧比が1%の放電管では、入力を(Frequency=20kHz, Duty ratio=20%, 6W以上に増加し $\phi=5\text{mm}$, NP-220)でも輝度はほとんど増えない。

キセノン原子スペクトル(828nm)、ネオン原子スペクトル(703.2nm)、および蛍光体(451nm)の放射波形を電圧・電流波形とともに図2に示す。キセノンの分圧比が1%の場合のみネオンの放射が見られる。キセノン中性原子のスペクトルは放電期間中に強く放射し、電流パルスが切れると急速に減衰する。蛍光体は、放電期間中に放射し、電流パルスが切れた直後に放射強度は一旦減衰するが、再び増大して最大に達した後、緩やかに減衰する。キセノンの分圧比が高いものほどアフターグローが強い。蛍光体 NP-107 は、主としてキセノン原子共鳴線147nmと、分子放射172nmによって励起される。共鳴放射147nmは

$\text{Xe}(^3P_1) \rightarrow \text{Xe}(^1S_0) + h\nu(147\text{nm})$ (1)
の自発遷移により放射するので、放電期間中および放電終了後の再結合の際に上からのカスケード遷移によって生成される共鳴準位原子 $\text{Xe}(^3P_1)$ が消滅するまで放射する。分子放射は次の2段階の過程により生じる。

分子放射172nmは、電流遮断後に励起分子 $\text{Xe}_2(^3\Sigma_u^+)$ の生成が促進されている間に強度を増し、準安定原子 $\text{Xe}(^3P_2)$ の密度の低下とともに $\text{Xe}_2(^3\Sigma_u^+)$ の生成量が減少すると減衰する。

また、キセノンの圧力が高いほど、(2)式の衝突確率が高くなるからアフターグローの立ち上がりと減衰が早く、最大強度も強くなると考えられる。したがって、放電期間中とそれに続く急速な減衰期間の蛍光体の発光は、原子共鳴線147nmの励起によるものが支配的であり、その後のアフターグローは分子放射による励起発光と推測される。

4 むすび キセノン放電管は、正弦波や直流で点灯するよりパルス点灯してアフターグローを利用できるパルス点灯の方が高輝度が得られる。今後、最適圧力、および混合気体の最適な組合せを求める必要がある。

図1: Illuminance versus input power
放電管では、入力を (Frequency=20kHz, Duty ratio=20%, 6W以上に増加し $\phi=5\text{mm}$, NP-220)

図2: Oscillograms of radiations, voltages and current (Frequency=30kHz, Duty ratio=10%, Peak current=100mA, $\phi=7\text{mm}$, NP-107)

参考文献

- 1) P. Millet, et al: J.Chem.Phys., 69(1), p.92(1978)
- 2) A. Baebet, et al: J.Phys.B, 8(10), p.1785(1975)
- 3) 桜木外: 平成3年度照明学会全国大会予稿集、56、p.83
- 4) 大沢外: 同上、54、p.81

Radiation characteristics of the xenon-neon mixture depending on the mixing ratio of xenon
Kimio KINOSHITA, Masafumi JINNO, Hisayoshi KUROKAWA, Masaharu AONO