7 陽極降下領域における電子群の

モンテカルロシミュレーション: Hg+Ar

○新妻 潤一 酒井 洋輔 沢田 貞夫 田頭 博昭

(北海道大学工学部)

1. 序 蛍光ランプの陽極振動は、陽極降下電圧を実質的に低下させ、ランプ寿命を長く安定動作を行なわしめる働きをする。従って、陽極降下領域の定量的な放電特性を知り陽極振動が確実に生ずる条件を明らかにすることは、ランプ設計上重要なことになる。筆者らは、電算機シミュレーションにより陽極降下領域での電子の振舞いを調べてきたが、本稿ではその結果について報告する。

2. シミュレーション方法 陽極降下電位分布 $V(x)$ (図1)には陽光柱端で $V(0)=0$ とする二次曲線を仮定し、ランプ電圧波形(図2: 20 W, ランプ電流 $I_L=350$ mA)と残存電圧5 V⁽³⁾をもとに4通りのものを採用した。 $x=0$ で電子エネルギーは $T_e=11,000$ K⁽⁴⁾のMaxwell分布をとるものとする。HgとArの圧力は、それぞれ0.28 Torr(ガス温度はフィラメント付近であるため100℃とし、その蒸気圧)、3 Torrとした。電界中を運動する電子の追跡方法、電子-原子間の衝突の種類の判定方法は基本的にはSakai⁽⁵⁾の方法に従った。電子-Hg間の衝突には、弾性、励起($6^3P_0, 6^3P_1, 6^3P_2$)、電離⁽⁶⁾、電子-Arには弾性、励起(準安定, その他)、電離⁽⁵⁾を考慮した。

3. シミュレーション結果 $x=0$ を出発した1個の電子が陽極に達するまでに起こした各種衝突回数を表1に示す。陽極降下電圧 V_A が大きい程各励起回数も多い。 V_A がArの準安定励起エネルギー程度の(c)、(d)の例ではArの励起回数は事実上零であるが、Hgのそれらはかなり多い。電子が陽極に飛び込む時のエネルギー(図3)は、陽極振動のあるときの残存電圧条件では3.7 eV (d)、振動の止った状態では5.7 eV (b)と大幅に異なる。これは筆者らの陽極フィラメント温度の観測結果(振動時: 910℃, $I_L=350$ mA, 非振動時: 985℃, 290 mA)と傾向を同じくしている。電子移動速度(図4)は、同E/NのAr中よりHgによるCooling効果のため大きい。

陽極面では全電子⁽⁵⁾が吸収されるため急増する。

- (1) 鈴木、他、照学誌52、570(昭43)
 (2) 山根、他、照学誌63、549(昭54)
 (3) 渡辺、他、照学誌44、559(昭55)
 (4) J. Waymouth「Electric Discharge Lamp」MIT Press(1977)
 (5) Sakai et al, J. Phys. D 10, 1035(1977)
 (6) P. Laborie et al「Electric Cross-sections」Punod(1977)

図2 5V/div

図4

Monte Carlo simulation of electron swarm in anode fall; Hg+Ar,
 Jynichi Niizuma, Yosuke Sakai, Sadao Sawada and Hiroaki Tagashira