118. 真空断熱層による冷陰極蛍光ランプの低消費電力化

西村 潔 筒井直樹
(東芝ライテック株式会社)

1. はじめに

携帯情報機器の普及に従い、冷陰極蛍光ランプの低消費電力化が課題となっている。一般に、冷陰極蛍光ランプの発光効率は水銀蒸気圧に依存する。しかし、消費電力を低下させるとランプ温度が上昇せず、適切な水銀蒸気圧が得られなくなる。そこで、ランプ外面に真空断熱層を設けてランプの放熱量をコントロールすることで、低消費電力でありながら高効率の冷陰極蛍光ランプを開発したので報告する。

2. 開発ランプの構造と真空断熱の原理

本ランプの構造を図1に示す。発光管の周囲に 100~200 μm の間隔で外管を設けて、真空断熱層を形成した。

気体分子の平均自由行程 λ が断熱層の間隔 d より大きくなる分子流域においては、熱の交換は壁面と表面の気体分子の間で直接行われるため、内部の気体分子の速度に温度勾配は生じない。

平行壁における熱流の流れは次式で示される。

$$q = \Lambda p(T_1 - T_2) \quad (1)$$

ここで、 T_1, T_2 は内壁、外壁の温度、 p は気体の圧力、 Λ は自由分子熱伝導率と呼ばれ以下の式で示される。

$$\Lambda = \frac{1}{2} \left(\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1} \right) \sqrt{\frac{R}{2\pi M}} \frac{2}{\sqrt{T_1} + \sqrt{T_2}} \quad (2)$$

ここで、 M は気体の分子量、 R は気体定数、 γ は定圧比熱 C_p と定容比熱 C_v の比 (C_p / C_v)、である。分子流域において熱流量 q は壁面の温度差 $T_2 - T_1$ と圧力 p に比例し、壁面の間隔によらない。

3. 実験結果

実験に用いた発光管の外径は $\phi 1.6 \sim 2.2 \text{ mm}$ 、外管の外径は $\phi 2.2 \sim 3.0 \text{ mm}$ 。発光管と外管の片端部を封止し、ソーブションポンプおよびイオンポンプにて構成した排気装置に接続した。外管に封入する N_2 の圧力を変化させながら輝度計 (TOPCON 社 BM-7) にてランプ輝度を測定した。図2に N_2 圧とランプ輝度の関係を示す。消費電力が小であるほど最適ガス圧が低下し、1.0W 以下では 1Pa 以下、1.5W では 5Pa 付近で最大輝度が得られた。図3は消費電力に対する発光効率の変化を示す。比較用ランプ (外管なし) は 2W 以下では効率が半分まで低下するが、本ランプはわずかな発熱で発光管温度を適正值に上昇させることで、大電力時と同等以上の効率が得られることが分る。

4. 結論

断熱層を設けた冷陰極蛍光ランプの断熱層の圧力依存性と輝度特性について述べた。本ランプはモバイル機器用バックライトとして既に実用化が始まっており²⁾、今後の需要拡大が期待される。

5. 参考文献

¹⁾ 熊谷ら: “真空の物理と応用”、裳華房、1970

²⁾ 西村、筒井: “マルチメディア携帯情報機器用蛍光ランプ”、月間ディスプレイ1月号、1997、p85-87

A novel cold cathode fluorescent lamp with an adiabatic layer, Kiyoshi Nishimura, Naoki Tsutsui

図1 ランプ断面図

図2 N_2 圧とランプ輝度の関係

図3 消費電力と発光効率の関係