

冷陰極蛍光ランプの効率化技術

西村 潔・筒井 直樹

冷陰極蛍光ランプは高効率・高輝度な液晶バックライト光源として広く利用されている。近年は導光板の薄型化に伴いランプの細管化が進んでいる。1990年頃にはφ4mmだったランプの管径は、1995年以降はφ2.4~2.0mmが主流となっている。細管化固有の問題として、放電の不安定現象が報告されている¹⁾。

また、バッテリー駆動の携帯情報機器や電子スチルカメラの普及により、低消費電力で周囲温度による特性変化の小さいバックライトの開発が課題になっている。

一般に冷陰極蛍光ランプの消費電力の30~40%は電極損失であり、これらの改善のためセミホット型や焼結電極が報告されている²⁾。電極間の放電部分は陽光柱と呼ばれ、水銀が放射する紫外線によって蛍光体を励起して可視光を得ている。図1に水銀蒸気圧と発光効率の関係を示す。水銀蒸気圧は温度によって変化し、発光効率は約0.9Pa(40~50°C)で最大となる。

車載ディスプレイでは、低温環境での輝度低下を防止するため、保温ヒーターをランプ外壁に取り付ける方法が実用化されている³⁾。その他には、希ガス(キセノン)のパルス放電を利用した報告がある⁴⁾。

ここでは、新しく開発したAT(adiabatic tube)技術に基づき、屋外で使用される携帯情報機器や車載ディスプレイのバックライトに最適な、低消費電力で低温環境でも明るい冷陰極蛍光ランプについて報告する。

1. 開発ランプの構成と原理

冷陰極蛍光ランプの消費エネルギーの約8割は熱損失であるが、ランプ温度を上昇させ一定の水銀蒸気圧を得る役割がある。したがって、発光効率を維持しながら消費電力を低下させるには、何らかの保温手段が必要である。

ここで、ランプの表面から径方向への放熱に関して輻射と大気への熱伝導の割合について簡単に述べる。輻射損失 q はシュテファン・ボルツマンの法則から以下の式で示される。

$$q = \sigma \epsilon S (T_1^4 - T_2^4) \quad [W] \quad (1)$$

ここで、 σ はシュテファン・ボルツマン定数、 ϵ はガラスの放射率(=0.88)、 S はランプの表面積、 T_1 はランプ温度、 T_2 は包囲物(光反射シート等)の温度である。ここで、一例として外径φ2.4mm、長さ100mm、 $T_1=50^\circ\text{C}$ 、 $T_2=25^\circ\text{C}$ 、 $\epsilon=0.88$ の場合につき考える。ランプ電力を1.5W程度とすると、全熱損失はおおよそ8割の1.2Wと推定される。式(1)より輻射損失 q は0.11Wとなり、全熱損失に占める輻射損失の割合は1/10程度と小さい。端部からの熱伝導を無視した場合、ランプの発熱の大部分は大気への熱伝導によって失われることがわかる。

本ランプの構成を図2に示す。本ランプは周囲に断熱層をもった2重管構造の冷陰極蛍光ランプである。この断熱

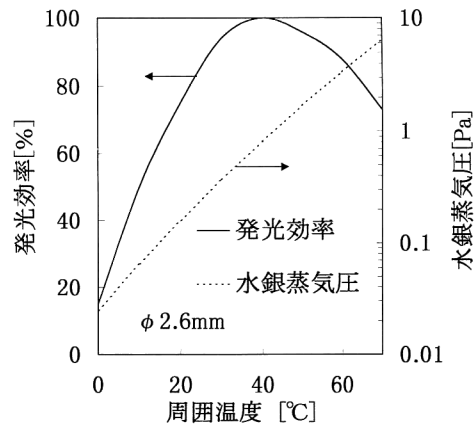


図1 発光効率と水銀蒸気圧の関係。

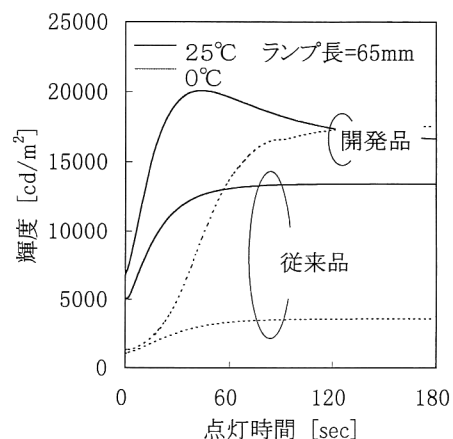


図2 開発品の原理図。

東芝ライテック株式会社技術本部研究所 (〒237-8510 横須賀市船越町 1-201-1)
E-mail: nishimura@yoko.tlt.co.jp

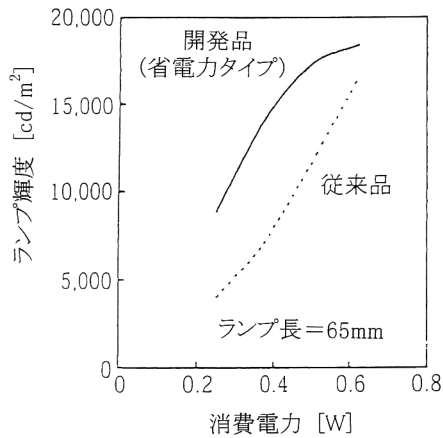


図3 消費電力とランプ輝度の関係。

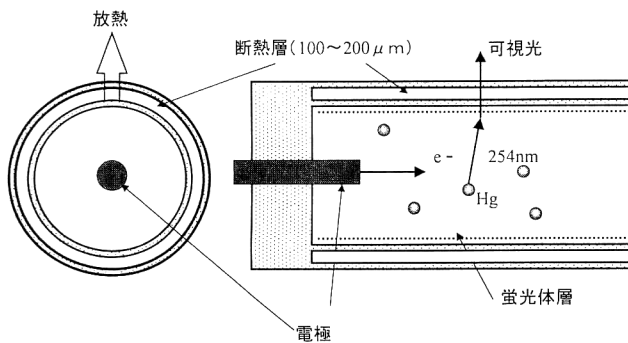


図4 輝度の立ち上がり。

層は大気へのランプの放熱を低減させ、わずかな発熱で水銀蒸気圧を適正值に上昇させることが可能である。断熱層の厚さは100~200 μmと薄いため、従来と同等(φ 3.0 mm以内)のランプ外径が実現できる。また、断熱層の熱伝導率を任意にコントロールすることで、用途に応じたランプ設計が行える。断熱層は透光性で、全光束に与える影響は少ない。発光部の構造は従来のランプと同様で、3波長タイプの蛍光体によって良好な色再現性が実現できる。

2. 開発ランプの特性

本ランプは用途に応じて、① 省電力タイプと、② 高輝

表1 開発ランプの仕様。

項目	省電力タイプ	高輝度タイプ
管径 [mm]	φ 2.6	
ランプ長 [mm]	65~270	
ランプ電流 [mA]	~2.0	~4.0
輝度 [cd/m ²]	~18,000	~27,000
発光色	白色 (RGB)	

度タイプの2種がある。図3に省電力タイプの消費電力と輝度の関係を示す。本ランプは低電力域で従来品の輝度を上回り、0.4 Wで従来品の約2倍の輝度(16,000 cd/m²)が得られる。図4に輝度の立ち上がりを示す。点灯後60秒の輝度と比較すると、従来の冷陰極蛍光ランプでは0°Cで25°Cの10%程度だが、本ランプは80%まで立ち上がる。

表1に本ランプの仕様を示す。高輝度タイプは省電力タイプほどの効率向上はないが、従来品に比べ低温特性にすぐれた特性をもつ。周囲温度の変化が大きい屋外で使用される車載ディスプレイやビデオカメラ用に最適な特性である。

新しく開発、実用化したAT (adiabatic tube) 技術に基づき、省電力で、低温でも明るい冷陰極蛍光ランプの特性について述べた。今後のマルチメディア機器の発達に従い、携帯機器や車載用バックライトとして需要の拡大が期待される。

文 献

- 1) 上野貴史, 沖 雅博: “細管冷陰極蛍光ランプの管電流-輝度特性(2)”, 平成8年照明学会全国大会, No. 10 (1996) p. 69.
- 2) 下条徳英: “カップ付き複合電極を採用, 発光効率を冷陰極比15%向上, 寿命は1万時間超へ”, フラットパネルディスプレイ'94(日経BP, 1994) pp. 121-122.
- 3) 石橋正守: “車載ディスプレイモニタ”, 東芝レビュー, 46 (1991) 991-998.
- 4) 西村 潔, 湯浅邦夫: “低電力バックライトの高効率化”, 平成7年照明学会全国大会, No. 44 (1995) p. 97.

(1997年9月30日受理)