

高周波直流パルス励起における LCDバックライト用蛍光ランプの発光特性

後藤 みき・荒井 俊彦

電気電子工学科

Radiation Characteristics of Fluorescent Lamp Used for LCD Backlighting by dc pulse of high frequency

Miki GOTO and Toshihiko ARAI

Abstract

The emission intensity of Hg I spectral line was measured for fluorescent lamp in narrow tube used for liquid crystal display (LCD) backlighting. The lamp with external electrodes was operated by dc pulse of high frequency. The emission intensity had a maximum at a frequency of about 70kHz and saturated above a duty ratio of 30%. The emission intensity in afterglow (pulse interval) was higher than that in applied voltage.

Key Words: LCD backlighting, fluorescent lamp, dc pulsed discharge, high frequency operation

1. ま え が き

液晶ディスプレイパネルは携帯電話、カーナビゲーション、パソコン、そして大型TVまで幅広く使用されている。これらのディスプレイのバックライト光源として細管（管径2mm～6mm）冷陰極水銀蛍光ランプが主に用いられている。このラン

プに対して小型化、高輝度化、長寿命、低消費電力などが要求されている。

細管冷陰極蛍光ランプは高周波点灯回路（インバータ）を用いて、約 50kHz の正弦波電圧で点灯される。冷陰極蛍光ランプは大電流で動作させると電極のスパッタリングが激しくなり寿命が短くなる。最近、電極のスパッタリング防止などを

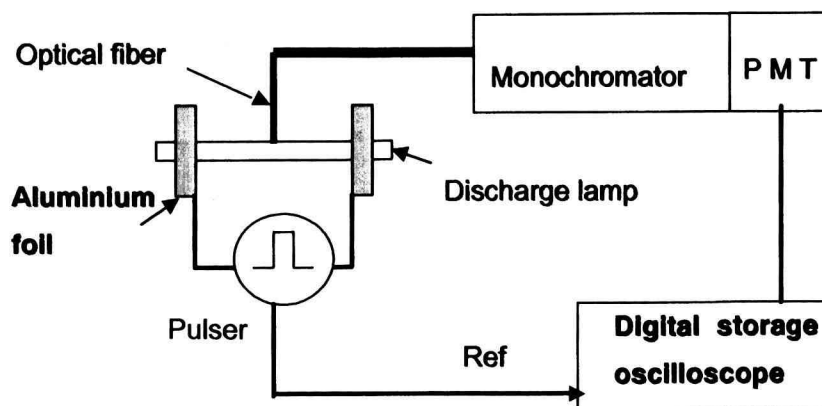


Fig.1 Schematic diagram of experimental arrangement.

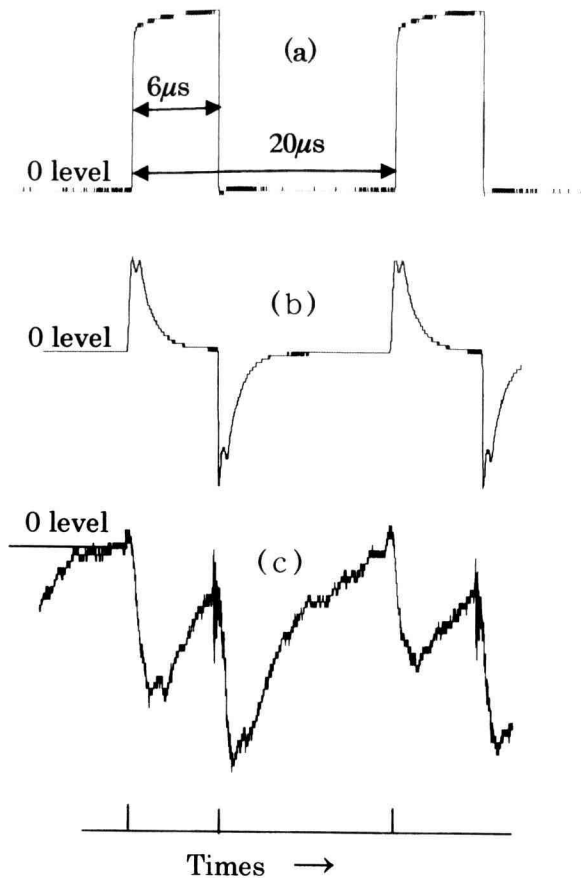


Fig.2 Waveforms of : (a) applied voltage; (b) discharge current; (c) Hg I 435.8nm sidelight intensity.

考慮した内部電極の替りにランプ両端のガラス管外壁に電極を設ける外部電極型の蛍光ランプの開発が進められている¹⁾⁻³⁾。このランプの励起点灯には交流が用いられ、直流パルスを用いた研究はまだほとんど行われていない。

本研究では、高効率が期待できる高周波直流パルスを用いて、外部電極細管蛍光ランプを放電したときのHgI線の発光強度特性を調べたので報告する。

2. 実験装置及び測定方法

実験に用いた装置の構成をFig.1に示す。細管Ar-Hg蛍光ランプは内径3.2mm、封入Ar圧力は20Torrである。外部電極はアルミ箔を用い、電極幅5mmのリング型で、電極間隔4cm一定とした。ランプの励起用高周波電源は直流方形波パルスで、周波数10kHzから100kHzまで、デューティ比は2%

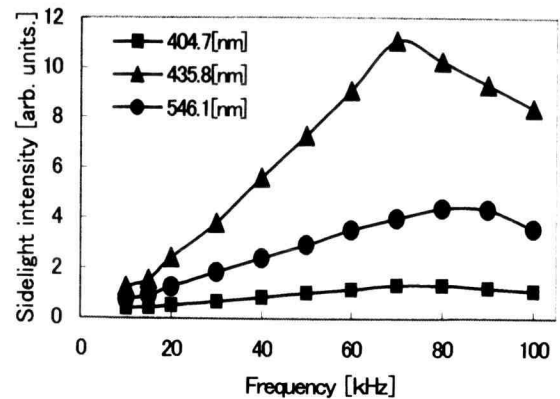


Fig.3 Sidelight intensities of Hg I lines as a function of frequency.

から50%まで可変できる。

HgI線のサイドライト放射光の波形測定は光ファイバー、モノクロメータ、光電子増倍管、シグナルアベレージ付きデジタルストレージオシロスコープを用いた。ランプの放電パルス電流は5mA一定とした。

4. 3. 実験結果と考察

5.

Fig. 2は周波数50kHz、デューティ比30%のとき印加電圧（パルス幅6μs）と放電電流のパルスとHgI435.8nm線のサイドライト強度の波形の一例を示す。方形波電圧が印加されると放電電流は電圧の微分波形となっている。そして放電が停止すると逆電流が流れる。発光強度は電圧印加時より放電停止直後（アフターグロー）の方が約40%増加している。

Fig. 3はデューティ比30%で得られたHgI 404.6nm ($7s^3S_1-6p^3P_0$)、435.8nm ($7s^3S_1-6p^3P_1$)、

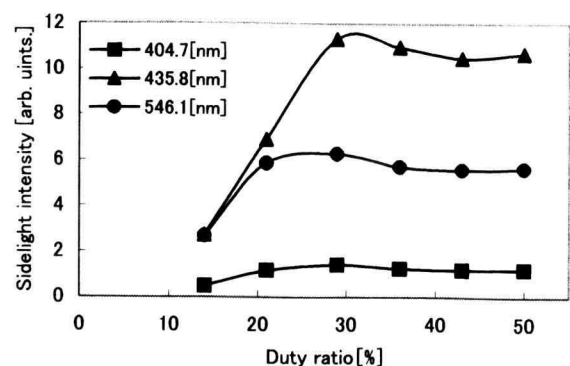


Fig.4 Sidelight intensities of HgI lines as a function of duty ratio.

546.1nm ($7s^3S_1-6p^3P_2$) の発光強度と励起周波数との関係を示す。HgI 各線の発光強度は周波数の増加とともに増加し、周波数約70kHzで最大となり、それ以上の周波数で減少している。

Fig. 4は周波数70kHzのときHgI各線の発光強度とデューティ比との関係を示す。HgI線の発光強度はデューティ比が増すにつれて増加し、デューティ比30%で最大となり、それ以上のデューティ比で飽和の傾向を示している。

印加電圧の立上りと立下り後でHgI線の発光が生じる。この理由は以下のように説明できる。外部電極型ランプではガラス管(誘電体)外壁に電極を取付けているため、放電で生成されるイオンや電子はガラス内壁上にチャージアップする。放電が進展するにともない、このチャージアップされた電荷により外部印加電圧を打ち消す電圧が形成される。したがって印加電圧が0になったときチャージアップにより極性の反転した放電が発生し、逆電流が流れる。このためHgI線の発光は最初の印加電圧の立上り領域と電圧が0になるアフターグロー領域で生じるとみられる。

4. あとがき

高周波直流パルスを用い、周波数、デューティ比による外部電極細管蛍光ランプの発光強度を測定した。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) HgI 線の発光強度は周波数約 70kHz で最大となる。
- (2) HgI 線の発光強度はデューティ比 30%以上で飽和の傾向を示す。
- (3) アフターグローでの HgI 線の発光強度は電圧印加時より約 40%増加する。従って、直流パルスを用いると外部エネルギーの供給停止期間で強い発光が得られるため高効率化が可能となる。

終わりに実験に協力戴いた当研究室の平成 15 年度卒業研究生の諸君に対し感謝の意を表する。

参考文献

- [1] M. Jinno, H. Kurokawa and M. Aono : Jpn. J. Appl. Phys. 38 (1999) 4613.
- [2] M. Aono, H. Motomura, M. Jinno and T. Ikeda : Proc. of the 9th int. Symp. on the Sci. and Tech. of Light Source (2001) 429.
- [3] 野口, 矢野, 本村, 青野 : 照学誌 86 (2002) 535.