

ノート

ショーケースパネル用 LED 点灯回路の検討

長谷川 孝*¹⁾ 松浦 日出子*¹⁾ 小金井 誠司*¹⁾

Consideration of the circuit design for LED panels in a showcase

Takashi Hasegawa*¹⁾, Hideko Matuura*¹⁾, Seiji Koganei*¹⁾

キーワード : LED, 点灯回路, 倍電圧整流

Keywords : LED, Lighting circuit, Voltage doubler rectifier connection

1. はじめに

近年, LED の省電力性が注目され, 発光効率が 150lm/W を超える LED も登場し⁽¹⁾, コストダウンも進展している。展示用ボックス型ショーケースのパネル光源として LED を使用した場合, 背面からの照射方式と側面からの照射方式がある⁽²⁾。背面からの照射方式は, 面積が大きくなるに従って LED の個数が多くなるという欠点を持つが, パネル全面を均一に明るくできる利点がある。一方, 側面からの照射方式は, パネル全面を均一に明るくすることは難しいが, LED の個数を減らすことができる。

本研究では, ショーケースとしてのデザイン性を損なうことを避けるため, できるだけパネルの明るさムラを抑えられるように背面からの照射方式を採用した。

発光効率が 100lm/W の LED は, 可視光に変換されるのは全入力エネルギーの約 30%で, 残りの 70%は損失となり, 損失成分は全て熱となることが知られている⁽³⁾。LED の明るさを確保し発熱量を抑えながら, できるだけ多くの LED を少ない電流で点灯できる方式を検討した。

一般商用電源は通常 AC100V であるため, 本研究では多くの LED を点灯させるために倍電圧整流回路を導入した。電源電圧を昇圧することによって, 多くの LED を直列点灯させることができる。通常用いられるコンデンサインプット型整流回路(以下, 通常回路と呼ぶ)と, 倍電圧整流回路とを比較して, LED 点灯回路について考察した。

2. 実験

2.1 AC-DC 電源回路の設計 LED は直流定電流駆動のため, AC-DC 電源回路を製作した。定電流制御素子として LINEAR TECHNOLOGY 社製 2 端子電流源 LT3092 を, LED として ROHM 社製 LED, SMLK18WBJCW1 (順方向電流: 定格 150mA) を使用した。実験に用いた回路図を図 1, 2 に示す。なおチョークコイル $L_1 \sim L_3$ は短いインターバルの突入電流防止対策として⁽⁴⁾, $R_1 \sim R_3$ は電源 OFF 後にコンデンサに充電されている電荷を速やかに逃がすための安全対策

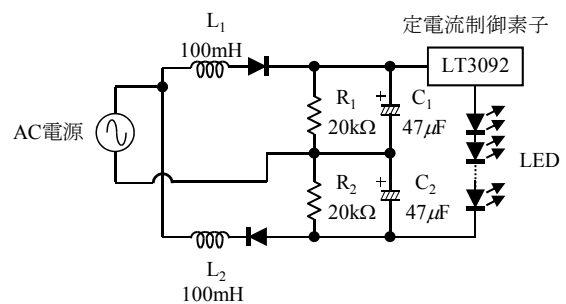


図 1. 倍電圧整流回路

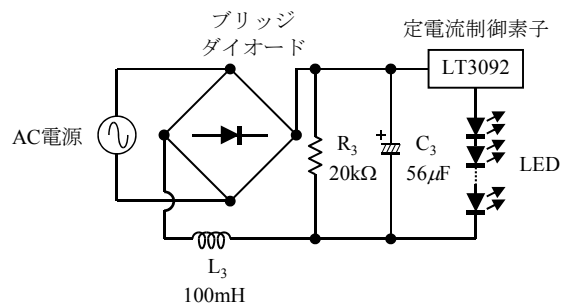


図 2. コンデンサインプット型整流回路

用として, それぞれ挿入した。 $L_1 \sim L_3$ の直流ロスはほとんどなく無視できる値である。

2.2 LED 数の決定 通常回路において LED に DC 60mA 以上の定電流を長時間流したとき, LED を 36 個以上直列接続して点灯させると, LT3092 が過熱して定電流制御不能になる。そこで図 1, 2 の回路において, スライダックで AC100V を印加し, 直列に配置した LED に DC15mA, 23mA, 46mA の定電流をそれぞれ流したとき, LT3092 で定電流制御可能な最大の LED 数を調査した。調査結果を表 1 に示す。また参考として, メーカー提供の参考データを基にした, 各電流での LED の順方向電圧についても表 1 に併記した。

2.3 照度・電力量・力率の測定 表 1 の結果に基づき, 図 1, 2 の回路において, LED を定電流制御可能な最大数で直列配置し, 商用電源 100V, 50Hz を印加して照度・有効電力量・力率をそれぞれ測定した。測定結果を表 2 に示す。

*¹⁾ 城東支所

表 1. LT3092 で定電流制御可能な最大 LED 数

通電電流	定電流制御可能な最大 LED 数*		順方向電圧 (参考データ)
	倍電圧整流回路	通常回路	
15mA	79 個	42 個	約 3.1V
23mA	73 個	40 個	約 3.2V
46mA	60 個	35 個	約 3.5V

* 電流測定には FLUKE 社製デジタルマルチメータ 8842A を用いた。

ここに、有効電力量については電源投入から約 1 時間までを積算測定し、照度と力率については電源投入から約 10 分後と 1 時間後にそれぞれ測定した。

表 2. 照度・有効電力量・力率の測定結果

回路方式	通電電流	照度*	有効電力量**	力率**
倍電圧整流	15mA	575lx	6.0Wh	0.79
	23mA	783lx	8.1Wh	0.82
	46mA	1176lx	13.9Wh	0.88
通常	15mA	338lx	3.0Wh	0.73
	23mA	472lx	4.1Wh	0.75
	46mA	743lx	7.2Wh	0.80

* 照度については、デジタル照度計 (LUTRON 社製 LX-105) を用いて、LED 素子を上側に向けて点灯させ、素子の上方約 40cm の位置で測定した。また測定環境として、室内を消灯状態 (0lx) にして測定した。

** 有効電力量と力率の測定には YOKOGAWA 社製プレジジョンパワーアナライザ WT1800 を用いた。

照度と、有効電力量より得られた測定時間 1h の平均有効電力との関係を線形近似したグラフが図 3 である。

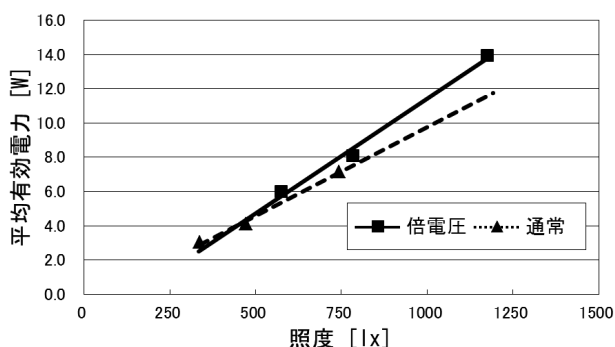


図 3. 照度と 1h 平均有効電力の関係

表 2 より、倍電圧整流回路・通常回路とも、電流が大きいかほど力率が高い。

図 3 より、同じ照度においては、通常回路の方が倍電圧整流回路よりも有効電力が少なく、照度が増すほどその傾向が強い。本結果については、平滑化処理の違い (両波整流後、通常回路は全波を平滑化しているが、倍電圧整流回路は半波を平滑化している) が影響を及ぼしているものとする。

2.4 表面温度の測定 測定手順を 2.3 項と同様にして、室温 26°C にて LED に DC46mA の定電流を約 1 時間通電した時の、定電流制御素子 LT3092 と LED の表面温度を測定した。表 3 が表面温度の測定結果で、LT3092・LED とも、倍電圧整流回路の方が通常回路よりも高い結果となった。図 4 に倍電圧整流回路を用いたときの表面温度分布の写真を示す。両回路とも実用上問題ないレベルであった。

表 3. LT3092 と LED の表面温度測定結果

回路方式	表面温度*	
	LT3092	LED
倍電圧整流	75.9°C	平均 63.3°C (9point 測定)
通常	60.6°C	平均 59.7°C (6point 測定)

* 測定には NEC Avio 社製赤外線サーモビューワ H2640 を用いた。

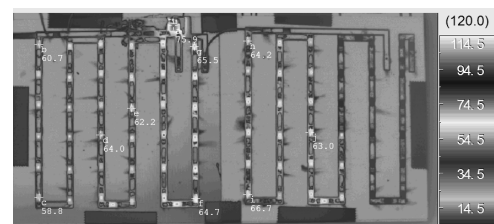


図 4. 倍電圧整流回路を用いたときの表面温度分布写真

3. まとめ

同一照度において、消費電力 (有効電力) は通常回路の方が倍電圧整流回路よりも少なかった。入力側にチョークコイル L を用いたことで、突入電流や高調波電流の低減⁽⁴⁾となり、力率の向上が図れた。

定電流制御素子 LT3092 と LED の表面温度については、倍電圧整流回路・通常回路とも実用上問題ないレベルであった。

今後は両回路を組み合わせて AC100V/200V 切り換え機能を有する LED ショーケースの開発に取り組んでいく。但し倍電圧整流回路の採用には、装置全体への絶縁強化が必要であり、信頼性向上のため、並列点灯についても検討する。

本研究を遂行するにあたり、ご指導・ご鞭撻を賜りました、都産技研エンジニアリングアドバイザーの大森学氏と同技術指導員の横山俊幸氏に熱く感謝の意を表します。

(平成 23 年 5 月 25 日受付, 平成 23 年 7 月 29 日再受付)

文 献

- (1) 板東完治:「発光ダイオード (LED) の効率向上技術の変遷」, 電気学会誌, Vol. 131, No. 1, pp. 34-37 (2011)
- (2) 五十嵐美穂子, 小林丈士, 宮島良一, 吉田正雄, 窪田栄二, 高田亜由美:「LED を用いた大型電飾ボードの開発」, 東京都立産業技術研究センター研究報告, No. 1, pp. 100-101 (2006)
- (3) 清水恵一:「LED 照明の現状と将来予測」, 電気学会誌, Vol. 131, No. 3, pp. 147-150 (2011)
- (4) 特開平 11-252920 (審査未請求):「整流回路」(1999)