

## デザイン例レポート

タイトル	<i>LYTSwitch™-0 LYT0006D を使用した 5.1 W 非調光、高力率、非絶縁降圧型 LED ドライバ</i>
仕様	90 ~ 132 VAC 入力、38 V、135 mA 出力
アプリケーション	GU10 LED ドライバ ランプ置き換え用
作成者	アプリケーション技術部門
ドキュメント番号	DER-387
日付	2013 年 9 月 25 日
改訂	1.0

### 概要と機能

- ワンコンバータ型高力率 (115 V 時で 0.7 以上) と高精度の定電流 (CC) 出力
- 低コスト、少ない部品点数、基板上の実装面積が小さいソリューション
- 高いエネルギー効率、120 VAC 入力時で 85 %
- 素早い点灯 (20 ms 未満) – 知覚可能な遅延無し
- 内蔵保護機能と高い信頼性
  - ヒステリシスを十分確保した自動復帰タイプ過熱保護機能により部品と基板を保護
  - 停止条件時でも損傷を受けない
- IEC リング ウェーブ、ディファレンシャル モード入力サージ、及び伝導 EMI EN55015 に適合

### 特許情報

ここで提示した製品及びアプリケーション (製品の外付け周辺回路及びトランス構造も含む) は、米国及び他国の特許の対象である場合があります。また、Power Integrations に譲渡された米国及び他国の出願中特許の対象である場合があります。Power Integrations の持つ特許の全リストは、[www.powerint.com](http://www.powerint.com) に掲載されます。Power Integrations は、<http://www.powerint.com/ip.htm> に定めるところに従って、特定の特許権に基づくライセンスを顧客に許諾します。

### Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

Tel: +1 408 414 9200 Fax: +1 408 414 9201

[www.powerint.com](http://www.powerint.com)

## 目次

1	はじめに.....	4
2	電源仕様.....	7
3	回路図.....	8
4	回路の説明.....	9
4.1	入力部の EMI フィルタ.....	9
4.2	LYTSwitch-0.....	9
4.3	出力整流.....	9
4.4	出力フィードバック.....	9
4.5	オープン負荷保護.....	10
5	PCB レイアウト.....	11
6	部品表.....	13
7	設計計算シート.....	14
8	性能データ.....	16
8.1	38 V LED 負荷による試験結果.....	16
8.2	効率.....	17
8.3	出力電流レギュレーション.....	18
8.4	力率.....	19
9	熱特性.....	20
9.1	セットアップ.....	20
9.2	熱特性測定結果.....	24
9.2.1	入力:90 VAC / 60 Hz.....	24
9.2.2	入力:120 VAC / 60 Hz.....	25
9.2.3	入力:132 VAC / 60 Hz.....	26
10	波形.....	27
10.1	ドレイン電圧通常動作.....	27
10.2	通常動作時のドレイン電流.....	28
10.3	出力短絡時のドレイン電圧及び電流.....	30
10.4	ドレイン電圧及び電流起動プロファイル.....	30
10.5	出力電流起動プロファイル及び停止プロファイル.....	31
10.6	入出力プロファイル.....	32
10.7	入力停止/入力起動.....	33
11	入力サージ.....	34
12	伝導 EMI.....	36
12.1	セットアップ.....	36
12.2	試験結果.....	37
13	改訂履歴.....	39



**重要なお知らせ:**

この電源は絶縁に関する安全要件を満たすよう設計されていますが、評価プロトタイプは認証機関の承認を得られていません。従って、すべての試験は、プロトタイプ電源に絶縁トランスを使用して、AC 入力を供給する必要があります。



## 1 はじめに

このドキュメントでは、非常に小型の降圧コンバータ方式による LYTSwitch™-0 ファミリー (LYT0006D) を使用した、低価格電源について説明します。

この電源は、90 VAC ~ 132 VAC の入力電圧範囲で動作します。DC バス電圧は、降圧型コンバータでの使用時に 38 V 出力をサポートするのに十分高いレベルです。降圧型コンバータでは、出力電圧は入力電圧より常に低くなければなりません。さらに、出力電圧は LYTSwitch-0 の最大デューティ サイクルによっても制限され、入力電圧が出力電圧より大きい必要があります。

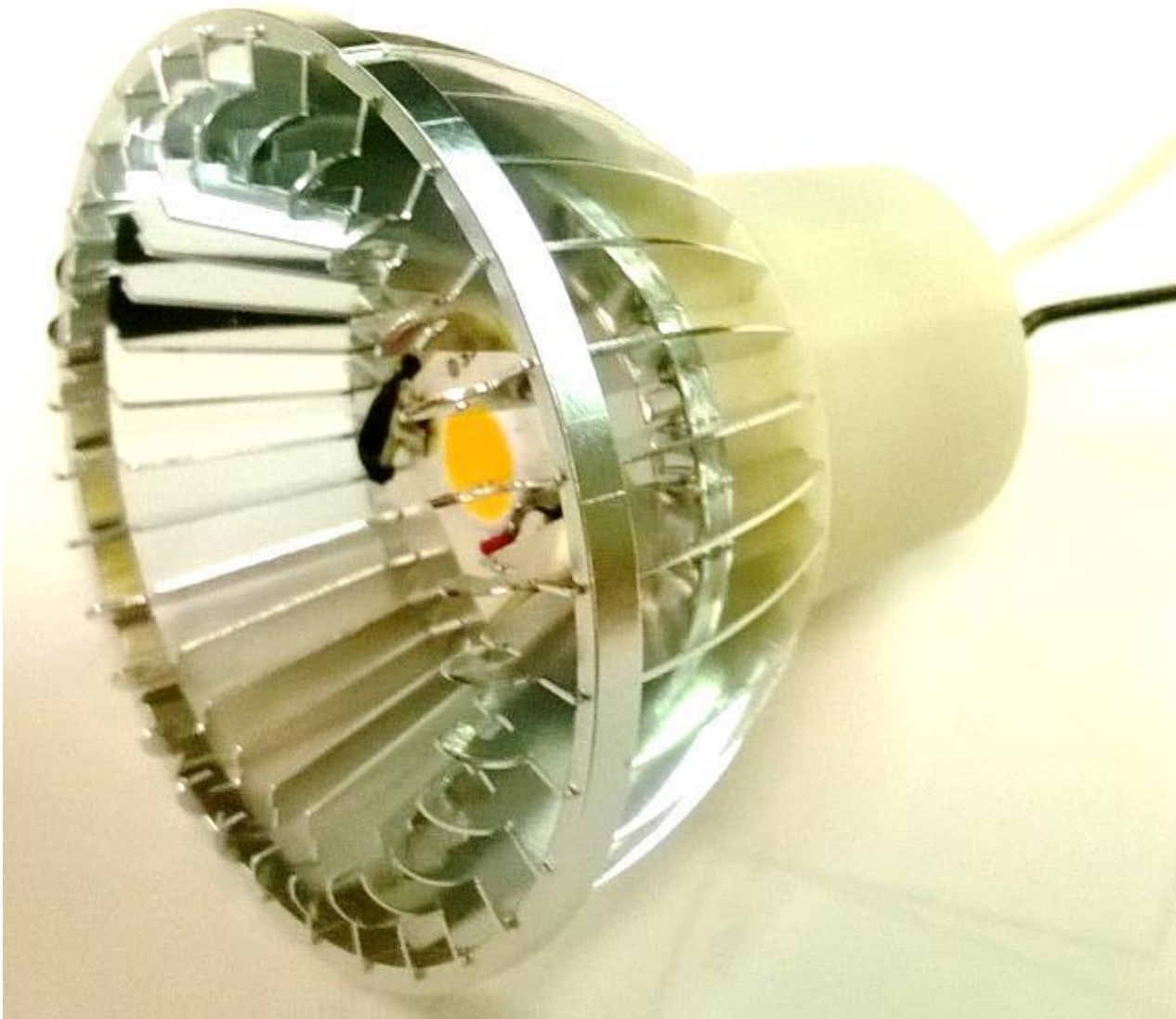


Figure 1 – GU10 Bulb from CREE.



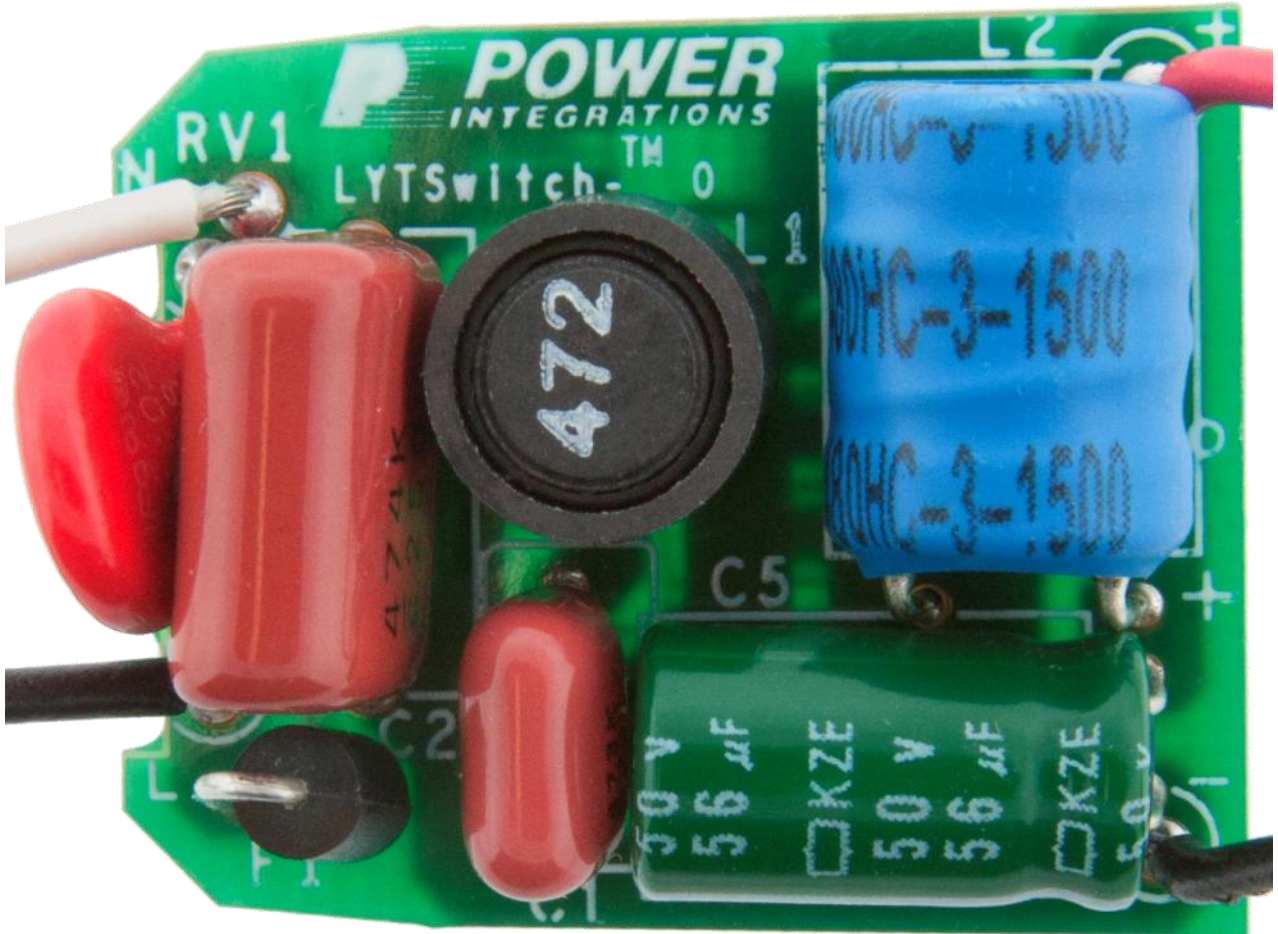


Figure 2 – Populated Circuit Board Photograph, Top.



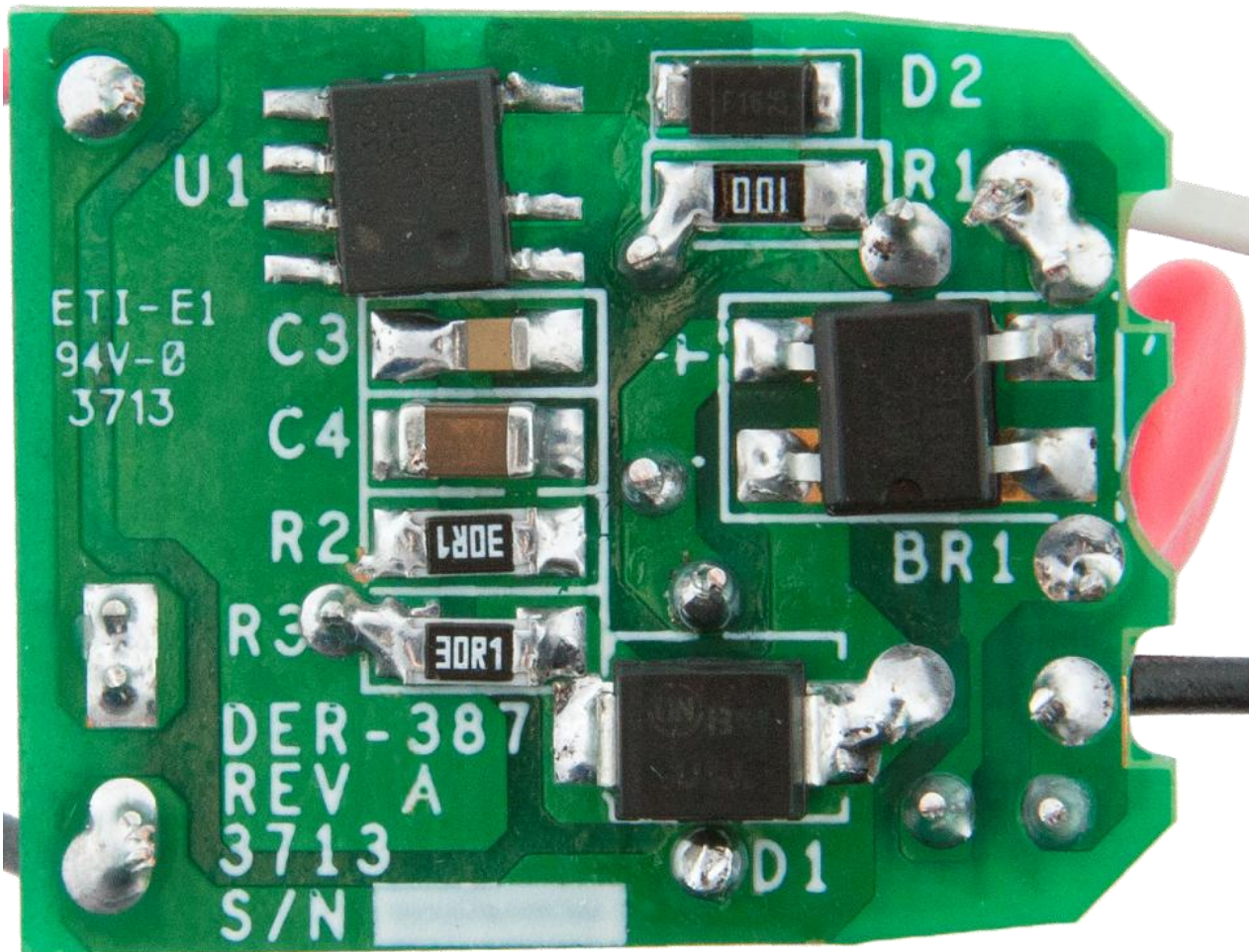


Figure 3 – Populated Circuit Board Photograph, Bottom.



## 2 電源仕様

次の表は、設計の仕様概要です。実際の性能は、「性能データ」のセクションを参照してください。

概要	記号	最小	標準	最大	単位	コメント
入力 入力電圧	$V_{IN}$	90		132	VAC	2 ワイヤ - P.E. 無し 入力周波数は制限されません。アプリケーションが 400 Hz の入力周波数の場合、センス抵抗を調整します。
周波数	$f_{LINE}$	47	60		Hz	
出力 出力電圧	$V_{OUT}$		38		V	±5% at 90 VAC - 132 VAC
出力電流	$I_{OUT}$		135		mA	
出力電力の合計 連続出力電力	$P_{OUT}$		5.1		W	
効率 120 VAC、38 V LED	$\eta$		85		%	$P_{OUT}$ 25 °C で測定
力率 120 VAC、38 V LED	PF		0.7			$P_{OUT}$ 25 °C で測定
環境 伝導 EMI		CISPR22B/EN55015B に適合				1.2/50 $\mu$ s サージ、IEC 1000-4-5、直列インピーダンス: ディファレンシャル モード: 2 $\Omega$  500 A 短絡 直列インピーダンス: ディファレンシャル モード: 2 $\Omega$
入力サージ ディファレンシャル モード (L1-L2)		0.5			kV	
リング ウェーブ (100 kHz) ディファレンシャル モード (L1-L2)		2.5			kV	
周囲温度	$T_{AMB}$			50	°C	熱特性測定結果のセクションを参照



### 3 回路图

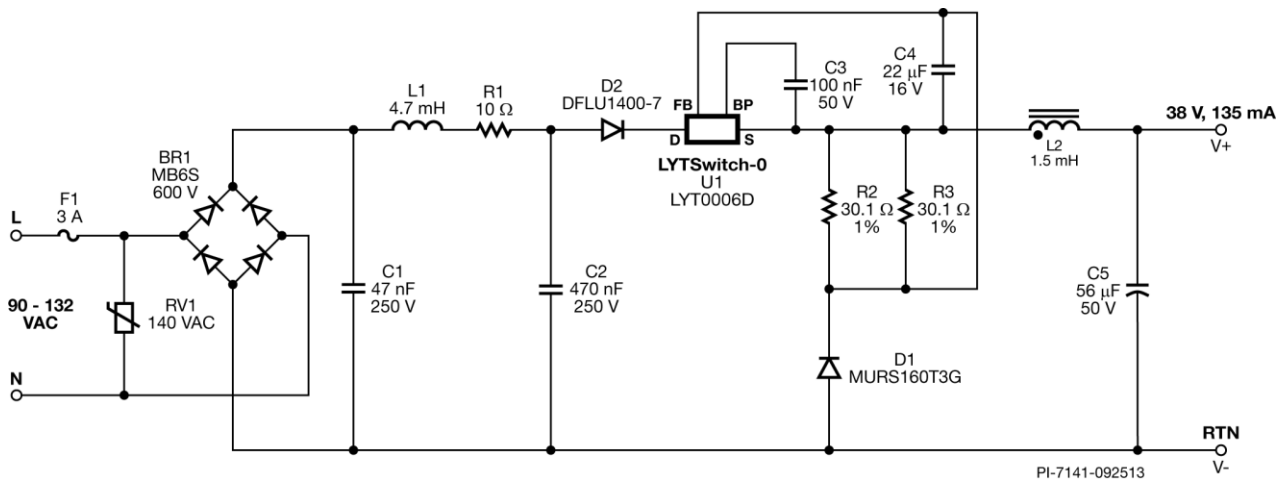


Figure 4 – Schematic.





## 4 回路の説明

図 4は、LYT0006D (U1) をハイサイド降圧型設計に使用し、定電流 135 mA、出力電圧 38 VDC の電源です。電源は、常に定電流 (CC) で駆動が必要な LED をドライブするように設計されています。

### 4.1 入力部の EMI フィルタ

ヒューズ F1 は異常時に回路を保護します。ブリッジ BR1 で全波整流を行います。コンデンサ C1、C2 及びディファレンシャル モード チョーク L1 は、伝導 EMI 規格用  $\pi$  フィルタを形成します。R1 は入力段のフィルタダンピング抵抗で、pf 特性を向上します。コンデンサ C1、C2 は入力コンデンサでもあり、ラインノイズを削減しサージに対する保護機能を持っています。

### 4.2 LYTSwitch-0

LYTSwitch-0 は、優れたライン変動及び 0 から 100°C (LYTSwitch-0 ケース温度) の温度範囲でレギュレーションをとまなう、シンプルで低コストな LED ドライバ用に最適化されています。パワー インダクタとセンス抵抗を調整することで、最善のライン レギュレーションを達成するために PIXIs スプレッドシートを使用します。総入力コンデンサ容量の影響もありますが、パフォーマンスの最適化をセンス抵抗 (R2、R3) の微調整で行います。

LYTSwitch-0 ファミリーには内蔵の過熱保護があり、電球の温度が過剰に上昇する場合に電源を保護します。

降圧型コンバータは、LYT0006D (U1)の内蔵 MOSFET、フリーホイール ダイオード (D1)、センス抵抗 (R2、R3)、電源インダクタ L2 及び出力コンデンサ (C5) から構成されます。コンバータはほぼ常に DCM で作動し、逆電流を抑えます。スイッチングの損失を最小限にするために、高速フリーホイールダイオードが採用されています。

### 4.3 出力整流

高効率と、発熱を抑えるため、高速出力ダイオード (D1) が採用されています。通常、LED アプリケーションにおいて筐体内の周囲温度は 70°C を超えます。特にパワー MOSFET においてダイオードが逆流ブロック モードに移行する際、 $t_{RR}$  を低くすることによりスイッチング損失を最小限に抑えるため、 $t_{RR}$  が低い (35 ns 以下) の出力整流器を使用することをお勧めします。

### 4.4 出力フィードバック

スイッチング サイクルをスキップすることにより、レギュレーションを一定に保ちます。出力電流が上昇すると、FB ピンへの電圧が上昇します。この電圧が  $V_{FB}$  を超える場合は、電圧が  $V_{FB}$  以下になるまで、それ以降のスイッチングサイクルがスキップされます。電流は R2 - R3 を通じて検知され C4 によってフィルタリングされます。そして FB ピンに供給されることにより正確なレギュレーションが実現します。良好な入力レギュレーションを実現するために重要なのは、算出した最小インダクタンスでパワー インダクタとセンス抵抗のバランスを取ることです。



バイパス コンデンサ (C4) は、FEEDBACK ピンと SOURCE ピンの間に接続され、出力電流のセンス時の電力損失の削減に役立ちます。このコンデンサは FB ピンに送られるフィードバック電流のサンプルホールドとして機能します。ピーク電圧はデバイス ピンの最大入力電圧定格を超えないので、FB ピンと C4 の間に制限抵抗は必要ありません。

#### **4.5 オープン負荷保護**

このユニットにはオープン負荷保護機能は搭載されていません。



## 5 PCB レイアウト

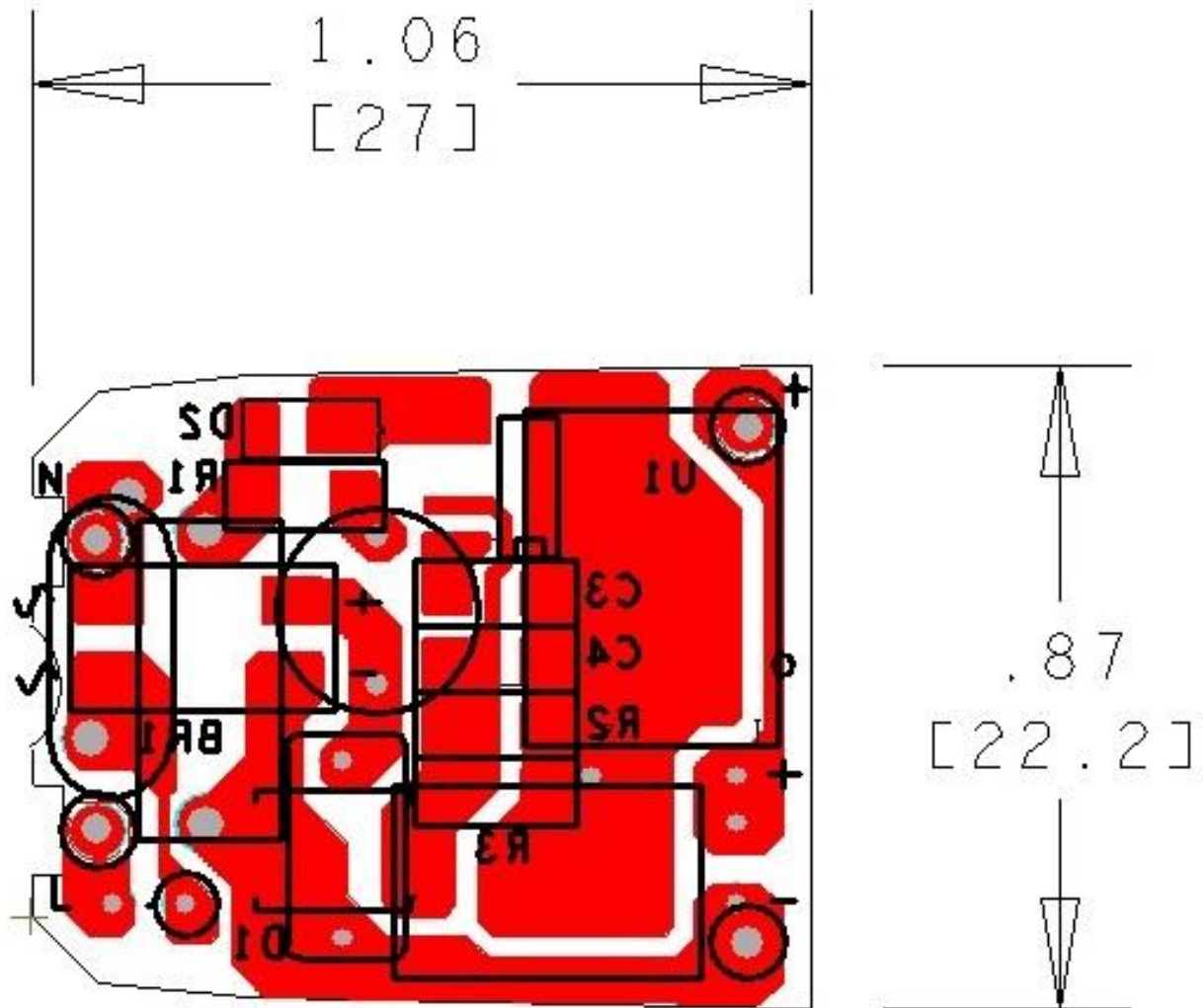


Figure 5 – Printed Circuit Layout, Bottom View.

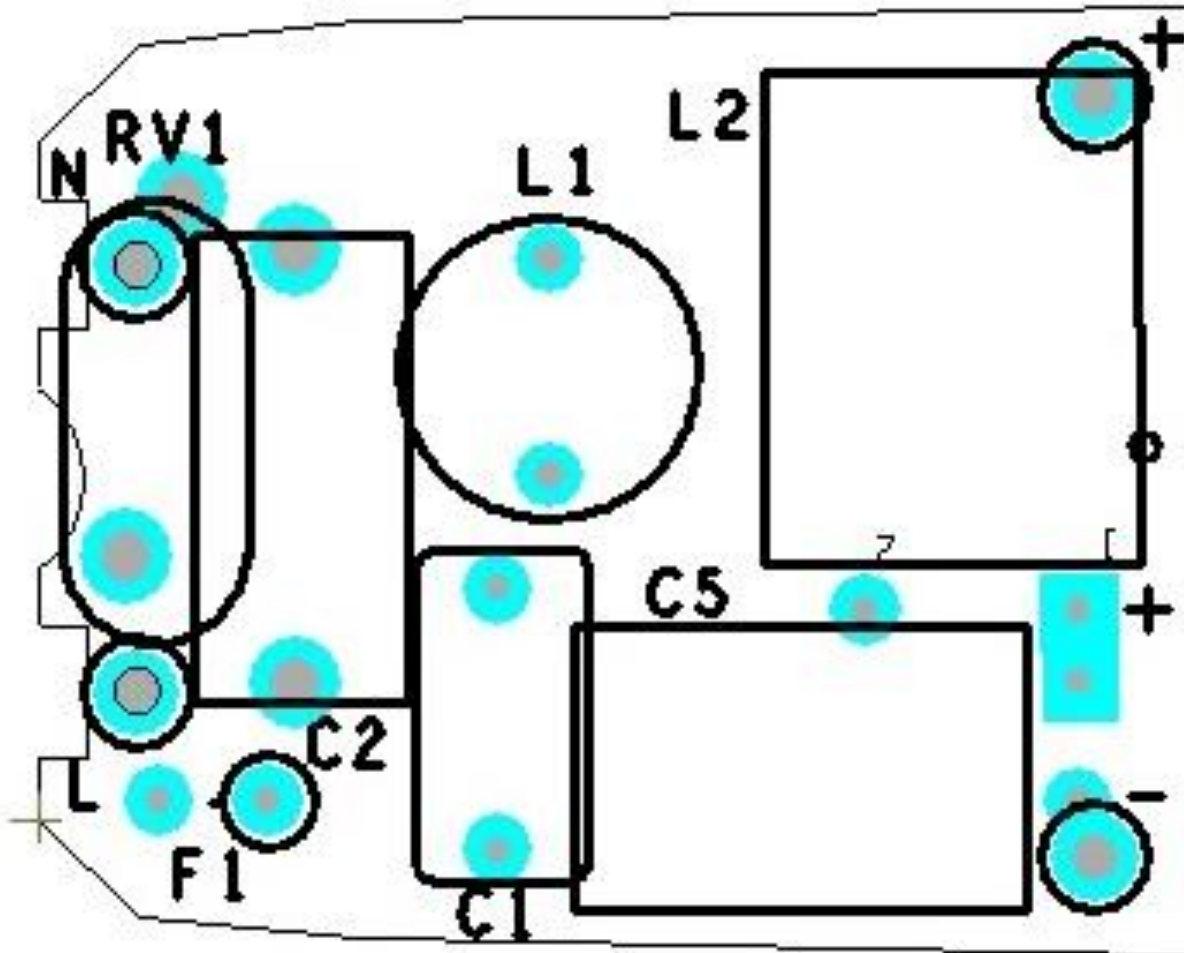


Figure 6 – Printed Circuit Layout, Top View.



## 6 部品表

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Mfg
1	1	BR1	600 V, 0.5 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	MB6S-TP	Micro Commercial
2	1	C1	47 nF, 250 V, Film	ECQ-E2473KB	Panasonic
3	1	C2	470 nF, 250 V, Film	ECQ-E2474KB	Panasonic
4	1	C3	100 nF, 50 V, Ceramic, X7R, 1206	GRM319R71H104KA01D	Murata
5	1	C4	22 $\mu$ F, 16 V, Ceramic, X5R, 1206	EMK316BJ226ML-T	Taiyo Yuden
6	1	C5	56 $\mu$ F, 50 V, Electrolytic, Very Low ESR, 140 m $\Omega$ , (6.3 x 11)	EKZE500ELL560MF11D	Nippon Chemi-Con
7	1	D1	600 V, 1 A, Ultrafast Recovery, 35 ns, SMB Case	MURS160T3G	On Semi
8	1	D2	400 V, 1A, DIODE SUP FAST 1A PWRDI 123	DFLU1400-7	Diodes, Inc.
9	1	F1	3 A, 125 V, Fast, Microfuse, Axial	MQ3	Bel Fuse
10	1	L1	4.7 mH, 0.11 A, Shielded Radial Choke Coil	RL-8054-1-472KR11-S	Renco Electronics
11	1	L2	1.5 mH, 0.46 A, 10%	RL-5480HC-3-1500	Renco Electronics
12	1	R1	10 $\Omega$ , 5%, 1/4 W, Pulse Proof, Thick Film, 1206	SR1206JR-0710RL	Yago
13	1	R2	30.1 $\Omega$ , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF30R1V	Panasonic
14	1	R3	30.1 $\Omega$ , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF30R1V	Panasonic
15	1	RV1	140 V, 12 J, 7 mm, RADIAL	V140LA2P	Littlefuse
16	1	U1	LinkSwitch-TN, SMD-8C	LYT0006D	Power Integrations



## 7 設計計算シート

ACDC_LYTSwitch-0_062013; Rev.1.0; Copyright Power Integrations 2013	INPUT	OUTPUT	UNIT	LYTSwitch-0_Rev_1-0.xls:LYTSwitchZero Design Spreadsheet
<b>INPUT VARIABLES</b>				
VACMIN	90	90.00	Volts	Minimum AC Input Voltage
VACNOM	120	120.00	Volts	Nominal AC Input Voltage
VACMAX	132	132.00	Volts	Maximum AC Input Voltage
FL	60	60.00	Hertz	Select Line Frequency
VO	38	38.00	Volts	出力電圧
IO	137.500	138	mA	出力電流
Pout		5.23	W	Output Power
EFFICIENCY		0.90		Overall Efficiency Estimate (Adjust to match Calculated, or enter Measured Efficiency)
CIN	0.51	0.51	uF	Input Filter Capacitor
<b>DC INPUT VARIABLES</b>				
VMIN		38.1	Volts	Minimum DC Bus Voltage
VMAX		186.7	Volts	Maximum DC bus Voltage
<b>LYTSwitchZero</b>				
LYTSwitchZero	<b>LYT0006</b>	LYT0006		Selected LYTSwitchZero. Ordering info - Suffix P/G indicates DIP 8 package; suffix D indicates SO8 package; second suffix N indicates lead free RoHS compliance
ILIMIT		0.375	Amps	Typical Current Limit
ILIMIT_MIN		0.333	Amps	Minimum Current Limit
ILIMIT_MAX		0.401	Amps	Maximum Current Limit
FSMIN		62000	Hertz	Minimum Switching Frequency
IRMS		104.55	mA	Expected RMS current through LYTSwitch
VDS		4.8	Volts	Maximum On-State Drain To Source Voltage drop
<b>DIODE</b>				
VD		0.70	Volts	Freewheeling Diode Forward Voltage Drop
VRR		400	Volts	Recommended PIV rating of Freewheeling Diode
IF		1	Amps	Recommended Diode Continuous Current Rating
Diode Recommendation		BYV26C		Suggested Freewheeling Diode
<b>OUTPUT INDUCTOR</b>				
Core type	<b>Off-the-Shelf</b>	Off-the-Shelf		Select core type between Ferrite and Off-the- Shelf
Core size				Select core size
Custom Core	<b>RL-5480HC-3- 1500</b>			Enter custom core description (if used)
AE		N/A	mm^2	Core Effective Cross Sectional Area
LE		N/A	mm	Core Effective Path Length
AL		N/A	nH/T^2	Ungapped Core Effective Inductance
BW		N/A	mm	Bobbin Physical Winding Width
NL		N/A		Number of turns on inductor
BP		N/A	Gauss	Peak flux density
LG		N/A	mm	Gap length
OD		N/A	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS		N/A	mm	Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA		N/A	mm	Bare conductor diameter
AWG		N/A	AWG	Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM		N/A	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils



CMA		N/A	Cmils/Amp	CAN DECREASE CMA < 500 (decrease L(primary layers),increase NS,use smaller Core)
L		N/A		Number of layers
LP_MIN	1500.00	1500	uH	Minimum value of Output Inductor, Recommended Standard Value
IO_Average		135.5	mA	Average output current (Nominal input voltage)
ILRMS		172.69	mA	Estimated RMS inductor current (at VMAX)
<b>FEEDBACK COMPONENTS</b>				
RFB	15.05	15.05	Ohms	Feedback Resistor.Use closest standard 1% value.Use Goal seek to adjust (or manually adadjust) value of RFB such that IO_VACNOM equals the specified value of IO
CFB		22	uF	Feedback Capacitor
<b>OUTPUT REGULATION</b>				
IO_VACMIN		135.5	mA	Output Current at VACMIN
IO_VACNOM		135.6	mA	Output Current at VACNOM
IO_VACMAX		135.0	mA	Output Current at VACMAX



## 8 性能データ

All measurements performed at room temperature ( $\approx 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) unless otherwise specified.

### 8.1 38 V LED 負荷による試験結果

Input Measurement					Load Measurement			Calculation		
$V_{IN}$ ( $V_{RMS}$ )	$I_{IN}$ ( $mA_{RMS}$ )	$P_{IN}$ (W)	PF	%ATHD	$V_{OUT}$ ( $V_{DC}$ )	$I_{OUT}$ ( $mA_{DC}$ )	$P_{OUT}$ (W)	$P_{CAL}$ (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90.03	83.58	6.279	0.834	63.61	38.6900	136.910	5.356	5.30	85.30	0.92
100.00	79.13	6.286	0.794	72.99	38.7150	137.290	5.363	5.32	85.31	0.92
115.04	73.38	6.259	0.742	84.27	38.7350	136.910	5.338	5.30	85.28	0.92
120.03	72.09	6.249	0.722	88.02	38.7340	136.710	5.327	5.30	85.24	0.92
132.06	69.09	6.233	0.683	96.1	38.7390	136.340	5.307	5.28	85.14	0.93

Table 1 – Test Data for 38 V LED Load.





### 8.2 效率

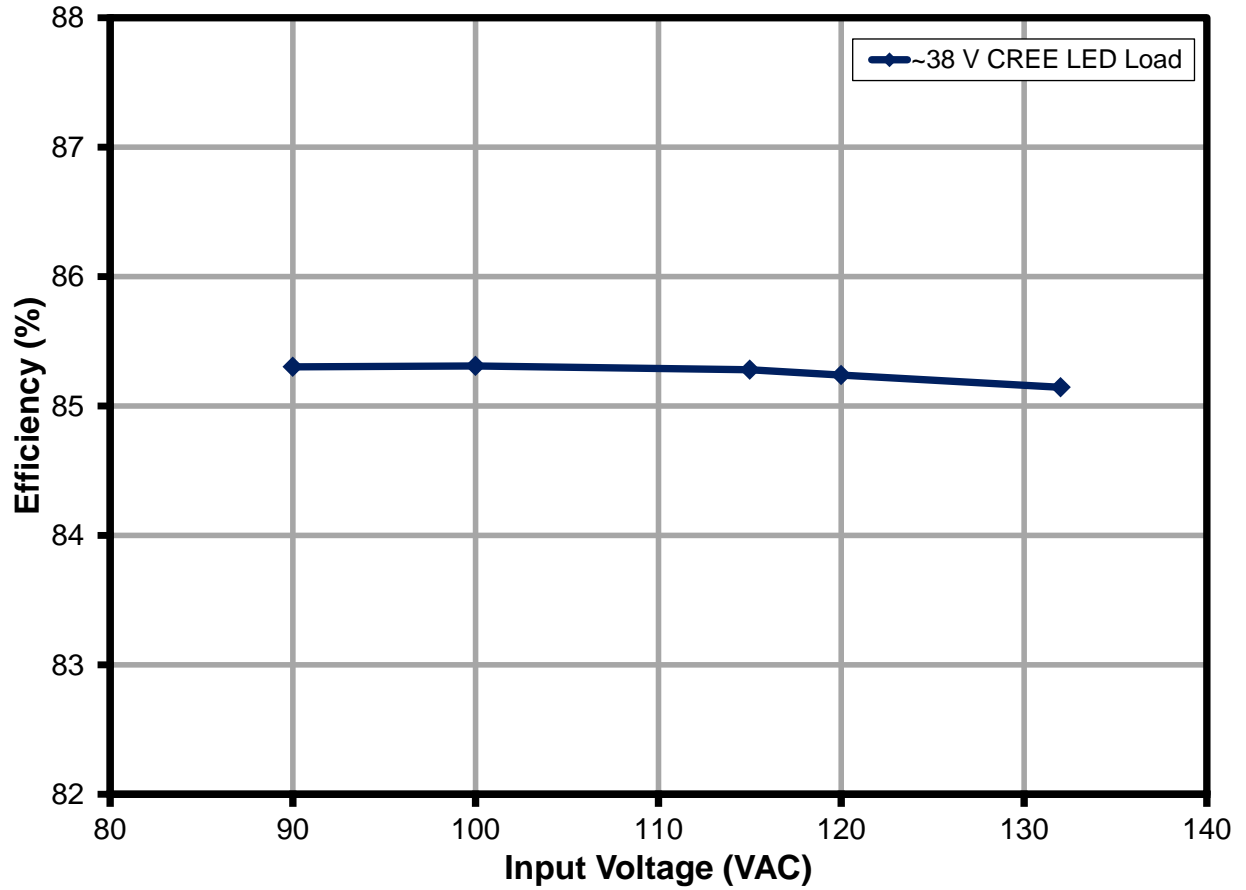


Figure 7 – Efficiency with Respect to AC Input Voltage.90-132 VAC (60 Hz) Input.



### 8.3 出力電流レギュレーション

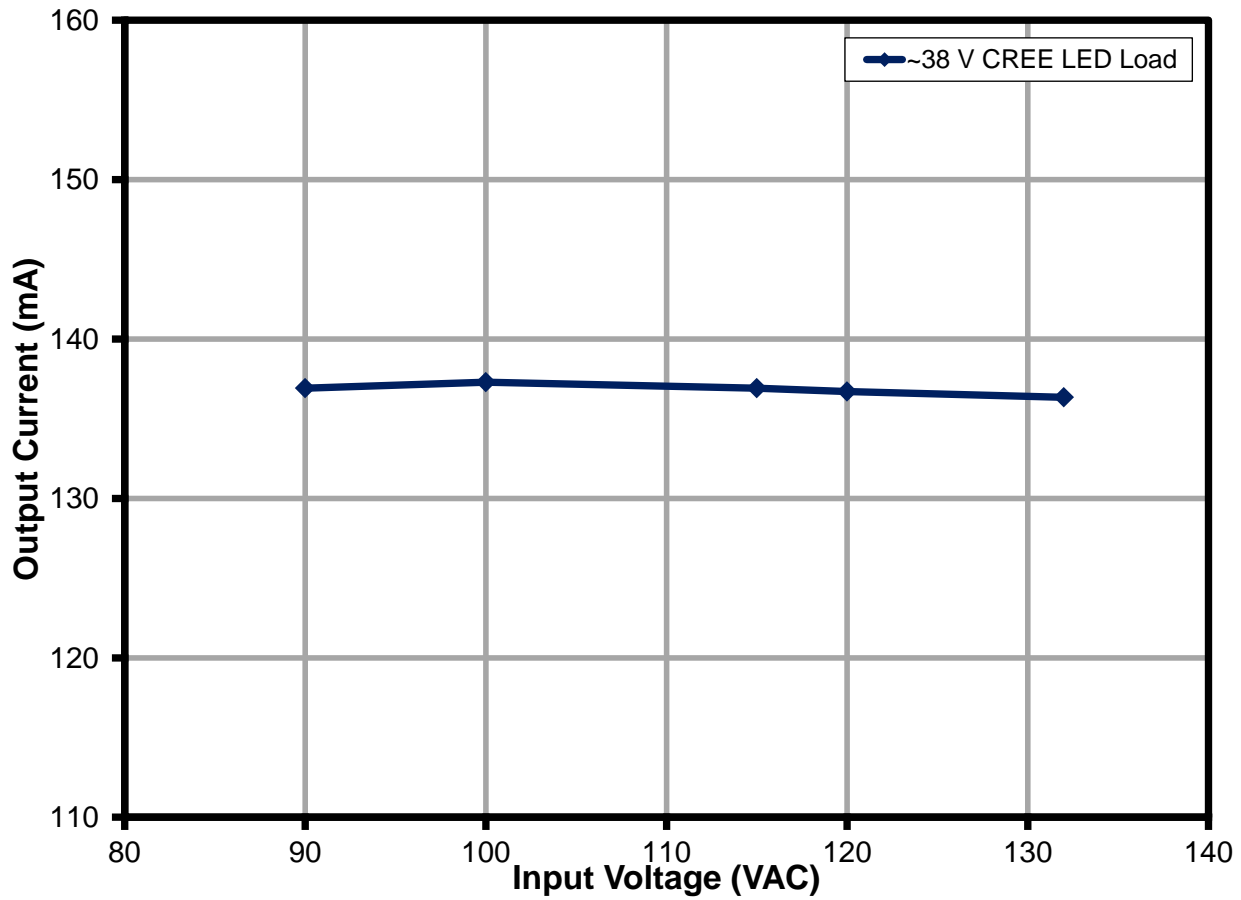


Figure 8 – Line Regulation.



8.4 力率

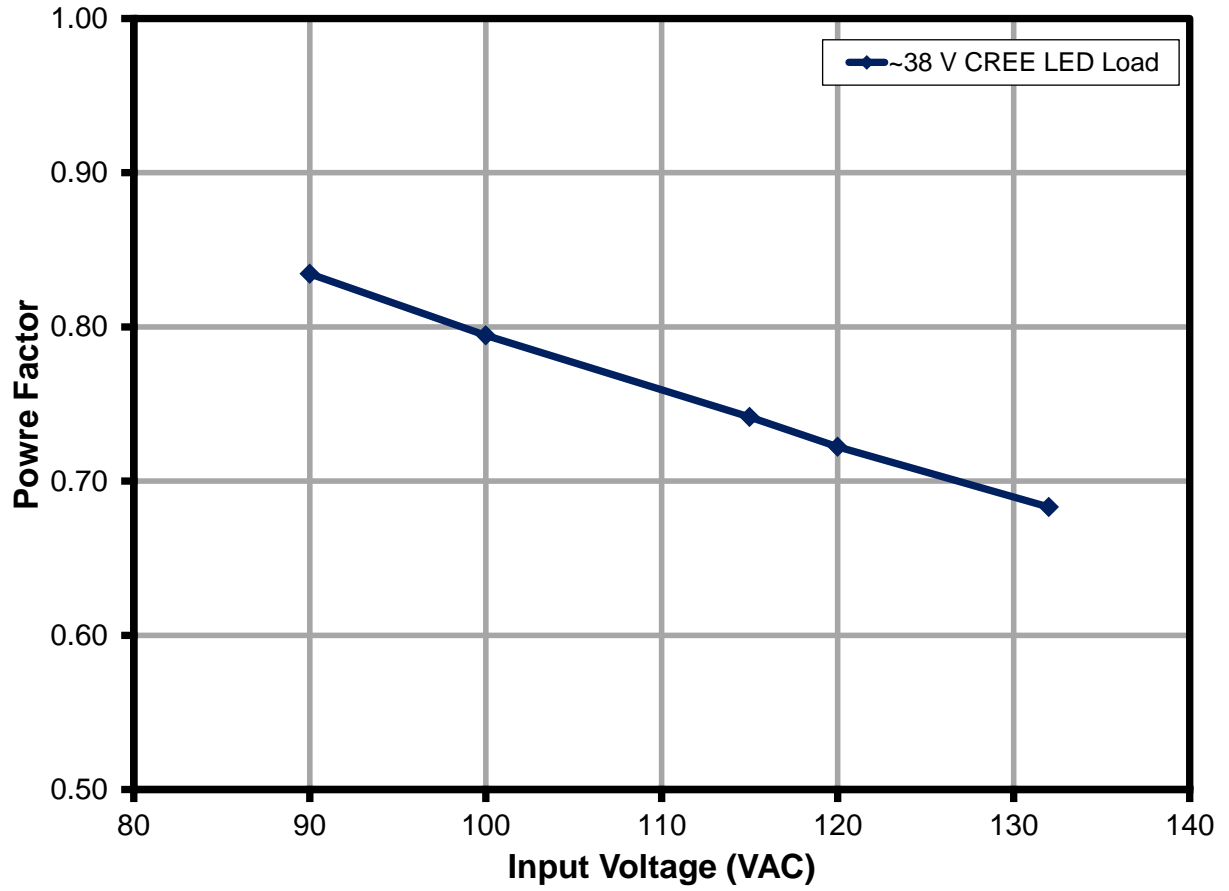


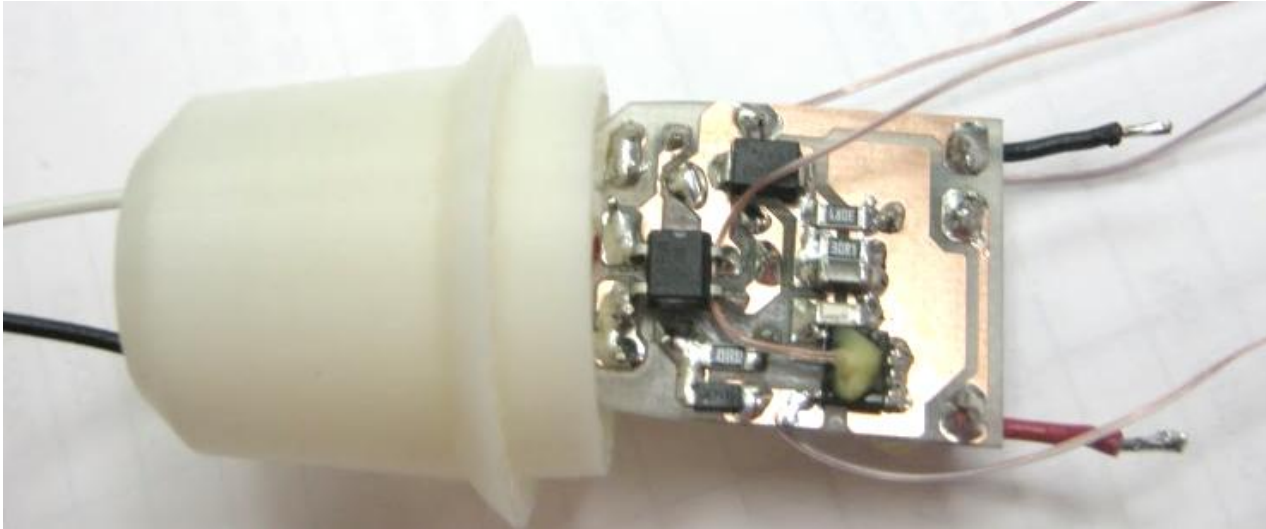
Figure 9 – Line Regulation.



## 9 熱特性

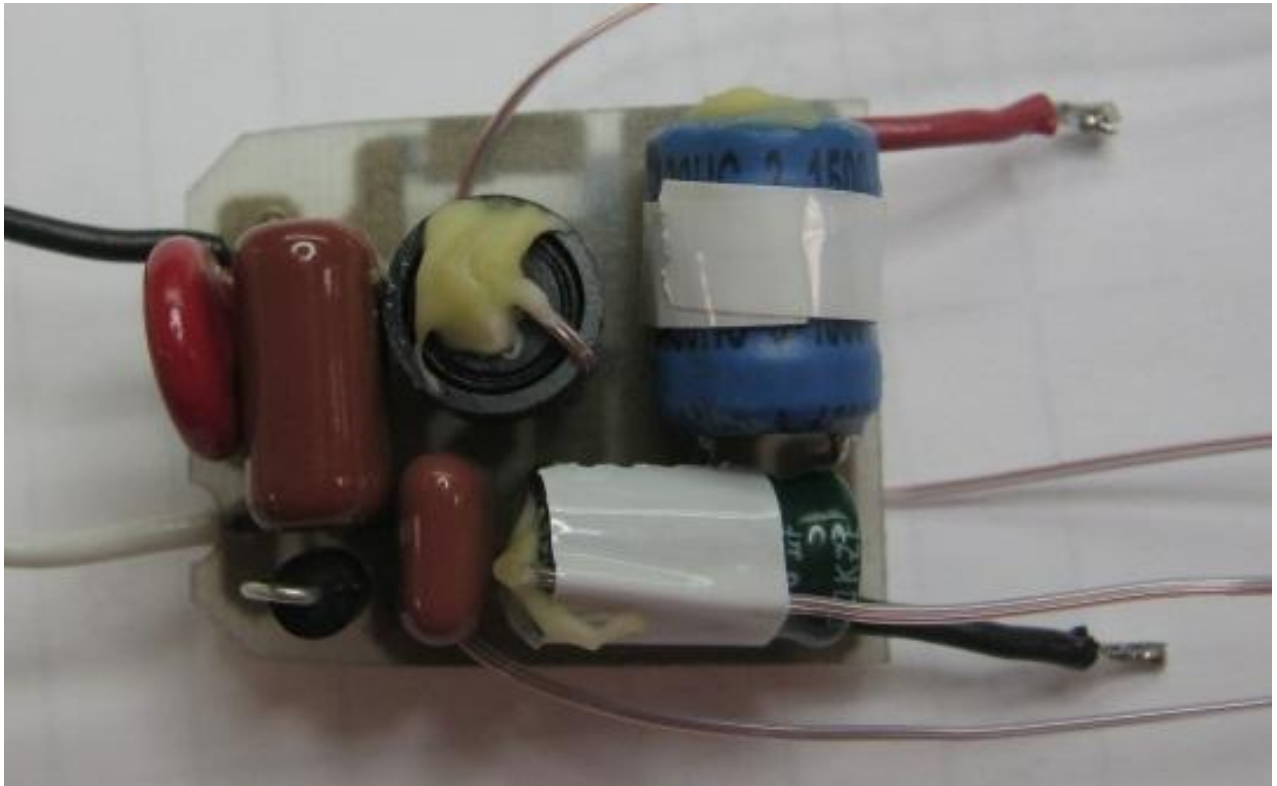
### 9.1 セットアップ

The LED Driver was placed inside a GU10 assembly provided by CREE and the thermal test was conducted with the unit placed inside the chamber.



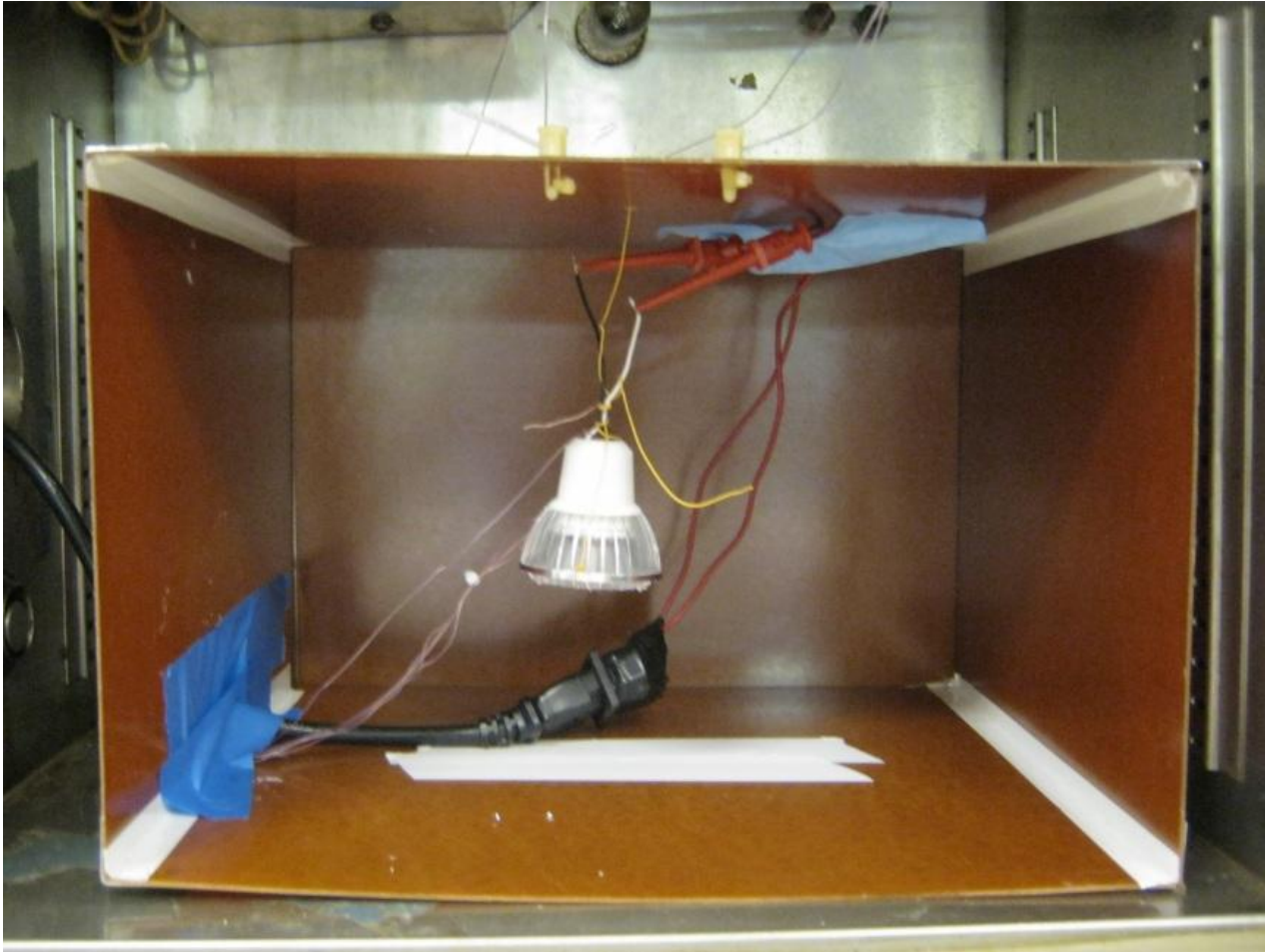
**Figure 10** – Bottom Side Thermocouple Location.





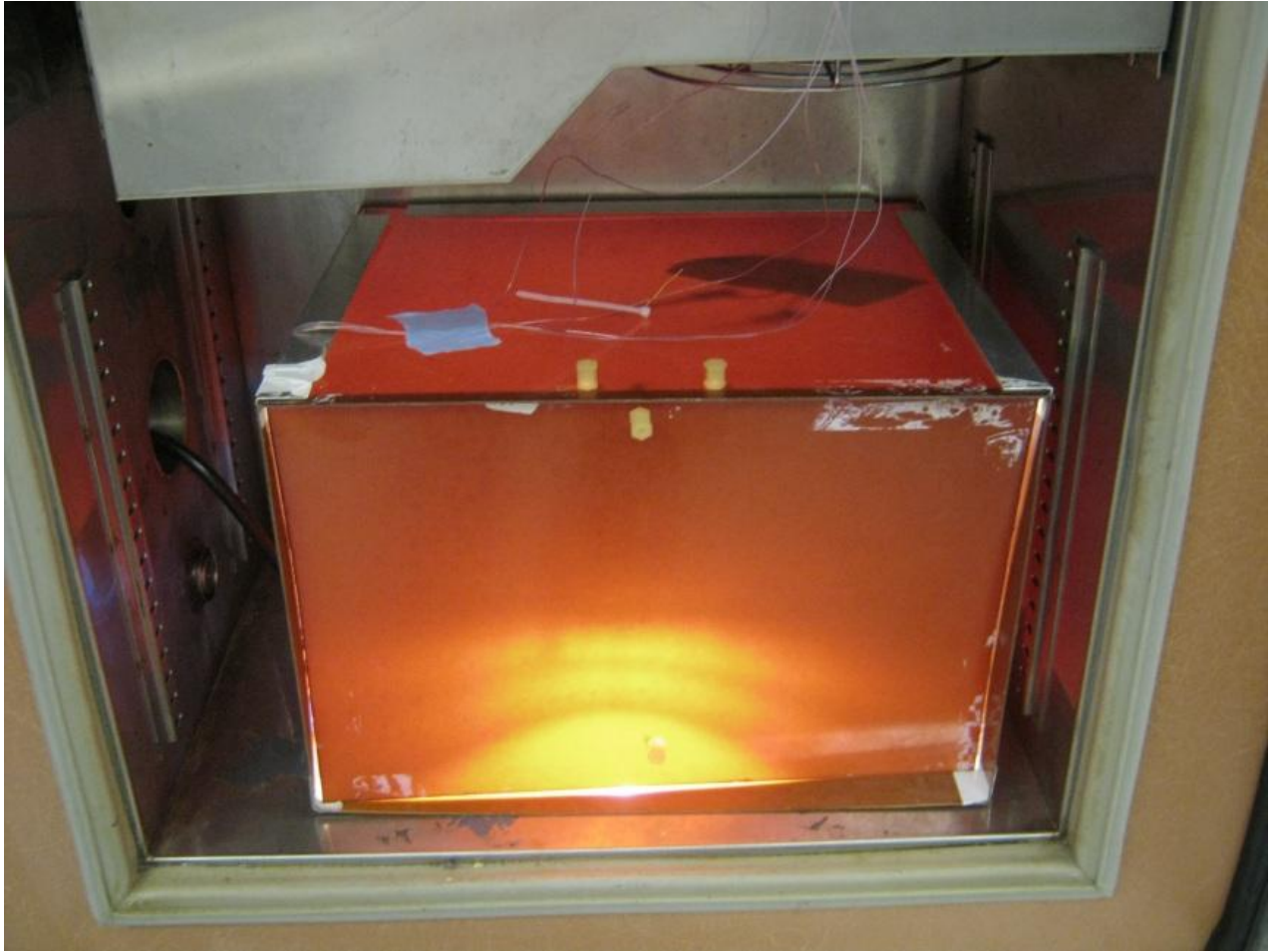
**Figure 11 – Top Side Thermocouple Location.**





**Figure 12 – GU10 Bulb Placed Inside an Enclosed Box to Prevent Air Flow from the Fan of the Thermal Chamber.**





**Figure 13 – UUT Placed Inside an Enclosed Box as Shown.**



9.2 熱特性測定結果

9.2.1 入力:90 VAC / 60 Hz

負荷:38 V LED 負荷

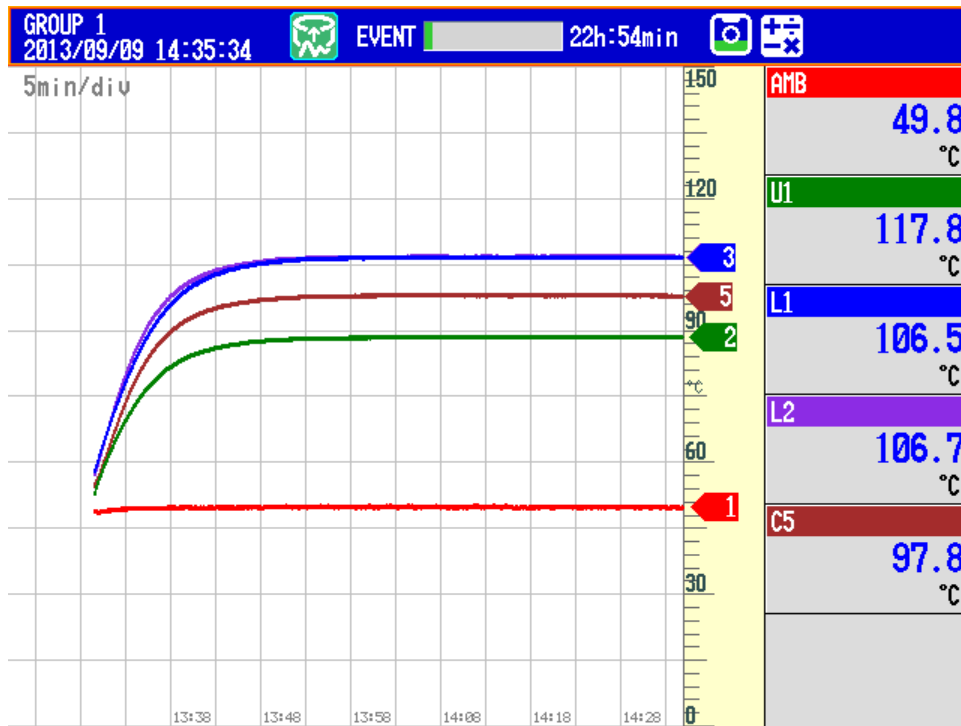


Figure 14 – Thermal Measurement at 90 VAC Input, ~50 °C External Ambient.

Location	Description	Temperature (°C)
AMB	External Ambient	49.8
U1	LYT0006D	117.8
L1	Differential Choke	106.5
L2	Power Inductor	106.7
C5	Output Capacitor	97.8

Table 2 – 90 VAC Input Critical Components Thermal Measurement.





9.2.2 入力:120 VAC / 60 Hz  
 負荷:38 V LED 負荷

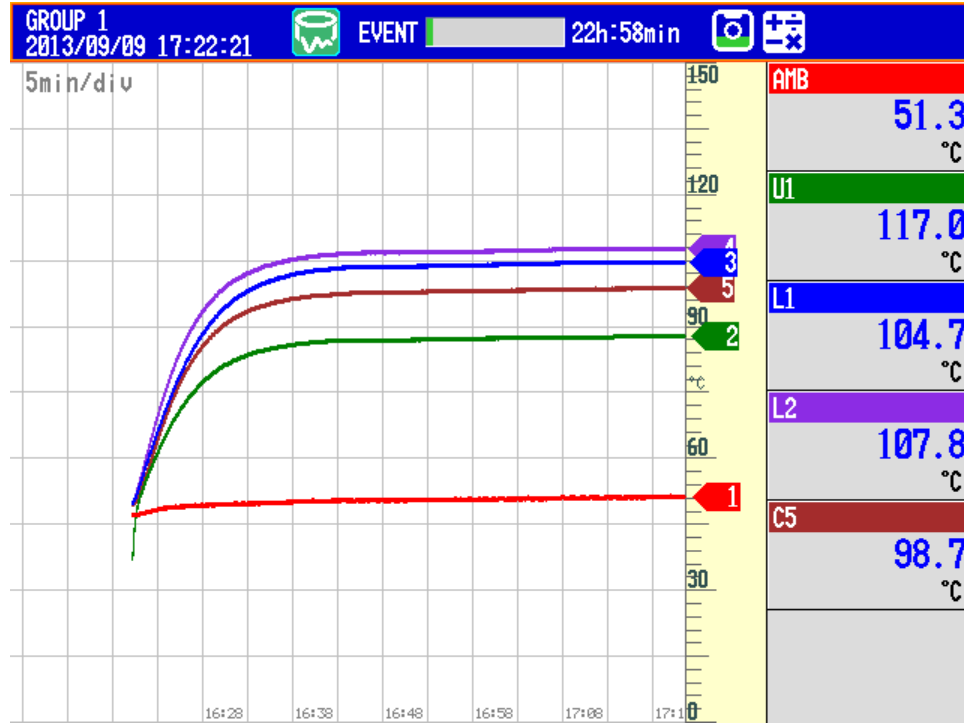


Figure 15 – Thermal Measurement at 120 VAC Input, ~50 °C Ambient.

Location	Description	Temperature (°C)
AMB	External Ambient	51.3
U1	LYT0006D	117
L1	Differential Choke	104.7
L2	Power Inductor	107.8
C5	Output Capacitor	98.7

Table 3 – 120 VAC Input Critical Components Thermal Measurement.



9.2.3 入力:132 VAC / 60 Hz  
 負荷:38 V LED 負荷

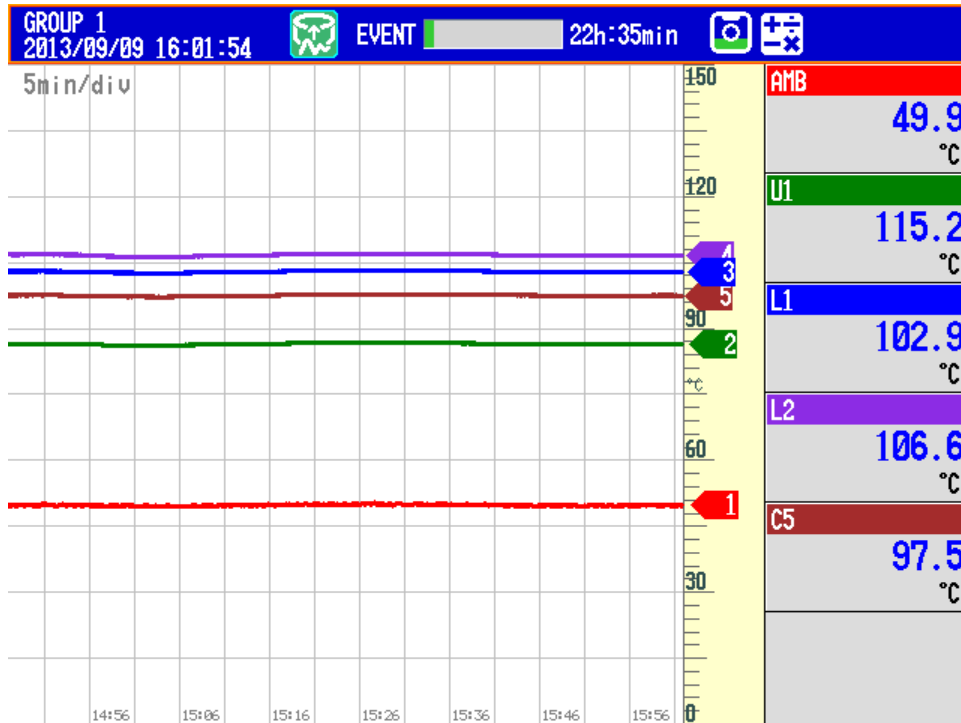


Figure 16 – Thermal Measurement at 132 VAC Input, ~50 °C Ambient.

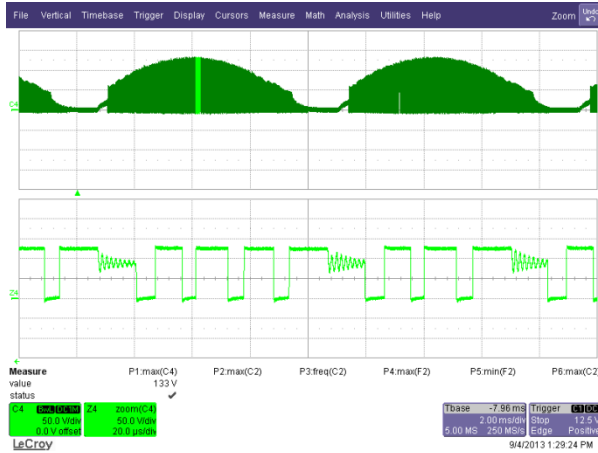
Location	Description	Temperature
AMB	External Ambient	49.9
U1	LYT0006D	115.2
L1	Differential Choke	102.9
L2	Power Inductor	106.6
C5	Output Capacitor	97.5

Table 4 – 132 VAC Input Critical Components Thermal Measurement.

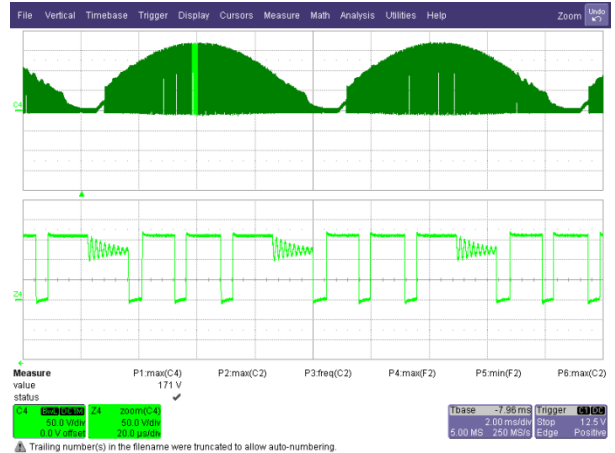


## 10 波形

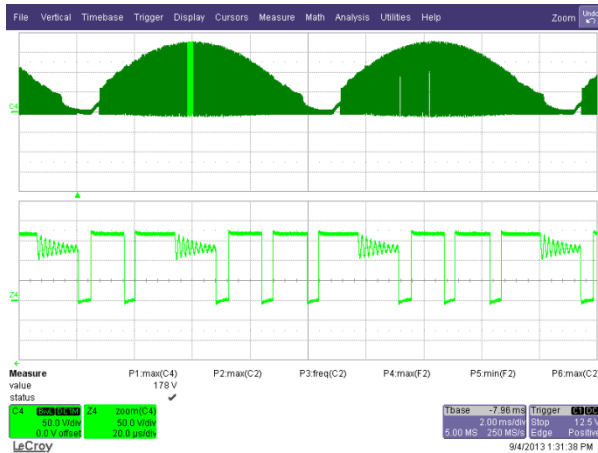
### 10.1 ドレイン電圧通常動作



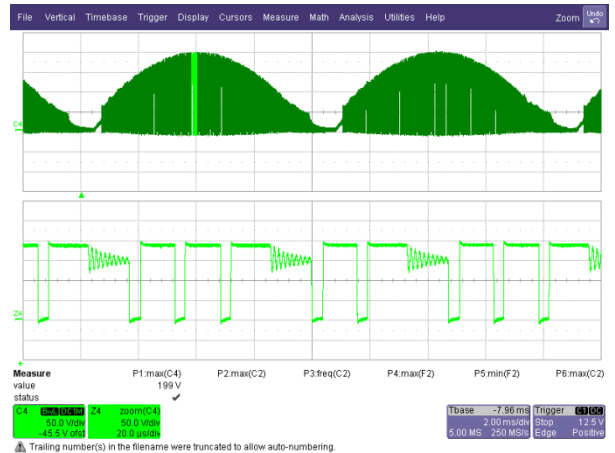
**Figure 17** – 90 VAC, 60Hz, Full Load.  
 Ch4:V<sub>D-S</sub>, 50 V / div., 2 ms / div.  
 Z4:V<sub>D-S</sub>, 50 V, 20 μs / div.



**Figure 18** – 115 VAC, Full Load.  
 Ch4:V<sub>D-S</sub>, 50 V / div., 2 ms / div.  
 Z4:V<sub>D-S</sub>, 50 V, 20 μs / div.



**Figure 19** – 120 VAC, 60Hz, Full Load.  
 Ch4:V<sub>D-S</sub>, 50 V / div., 2 ms / div.  
 Z4:V<sub>D-S</sub>, 50 V, 20 μs / div.

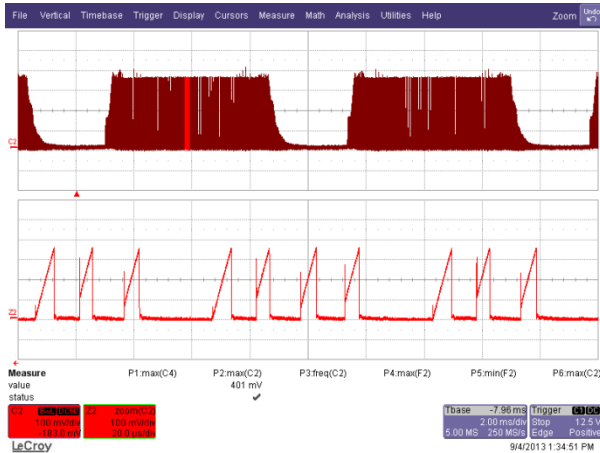


**Figure 20** – 132 VAC, Full Load.  
 Ch4:V<sub>D-S</sub>, 50 V / div., 2 ms / div.  
 Z4:V<sub>D-S</sub>, 50 V, 20 μs / div.

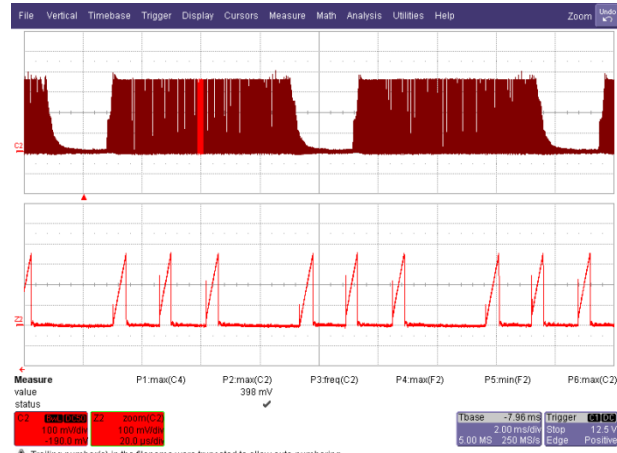


### 10.2 通常動作時のドレイン電流

Missing pulses are normal and are used to regulate the output current. These missing pulses are present every time the sense resistor (R2, R3) voltage-drop reaches 1.65 V. The unit will enter into auto-restart if there is not at least one missing pulse within 50 ms. For some designs wherein the power inductance is high and operating mostly in CCM, a reverse current may be present. One way to avoid this is by increasing the device size or increase input capacitance or adding a blocking diode in the drain. See AN-60 for more details.

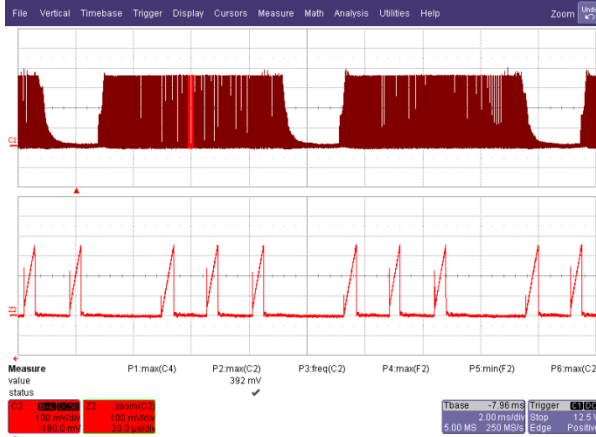


**Figure 21** – 90 VAC, 60 Hz, 38 V<sub>LED</sub>.  
 Ch2:I<sub>D-S</sub>, 100 mA / div., 2 ms / div.  
 Z2:I<sub>D-S</sub>, 100 mA, 20 μs / div.

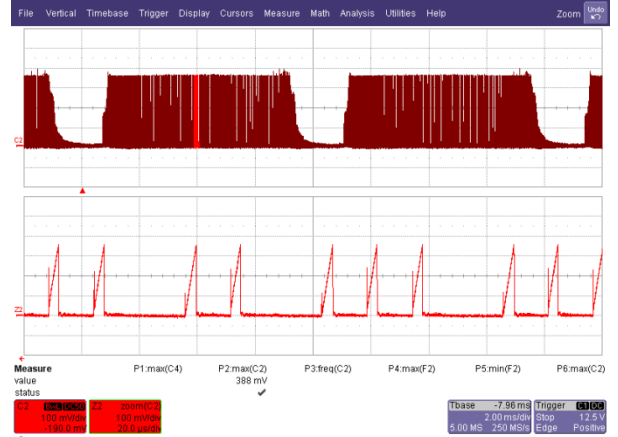


**Figure 22** – 115 VAC, 60 Hz, 38 V<sub>LED</sub>.  
 Ch2:I<sub>D-S</sub>, 100 mA / div., 2 ms / div.  
 Z2:I<sub>D-S</sub>, 100 mA, 20 μs / div.





**Figure 23** – 120 VAC, 60 Hz, 38 V<sub>LED</sub>.  
 Ch2:I<sub>D-S</sub>, 100 mA / div., 2 ms / div.  
 Z2:I<sub>D-S</sub>, 100 mA, 20 μs / div.

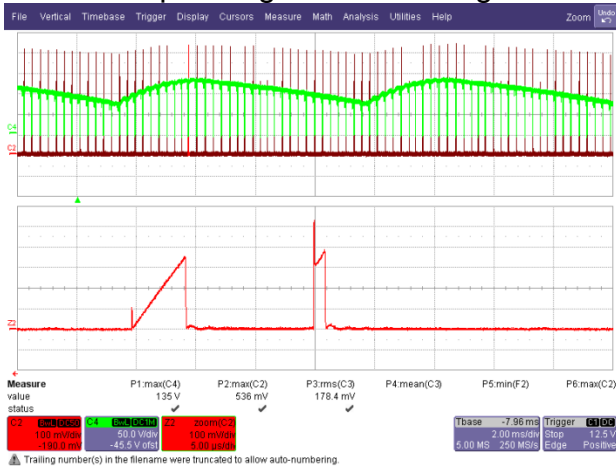


**Figure 24** – 132 VAC, 60 Hz, 38 V<sub>LED</sub>.  
 Ch2:I<sub>D-S</sub>, 100 mA / div., 2 ms / div.  
 Z2:I<sub>D-S</sub>, 100 mA, 20 μs / div.

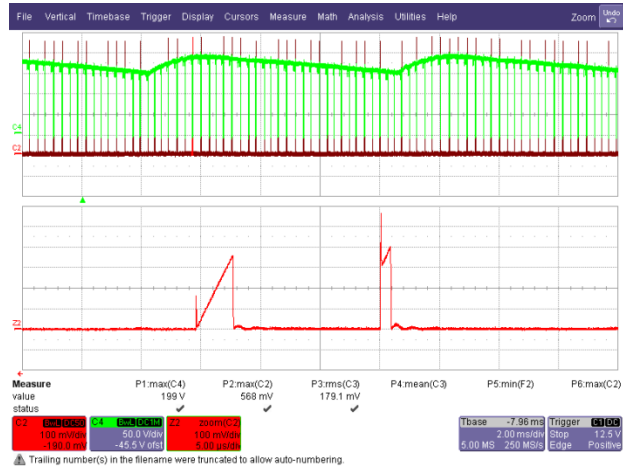


### 10.3 出力短絡時のドレイン電圧及び電流

Device is operating within the range and no inductor saturation was observed.



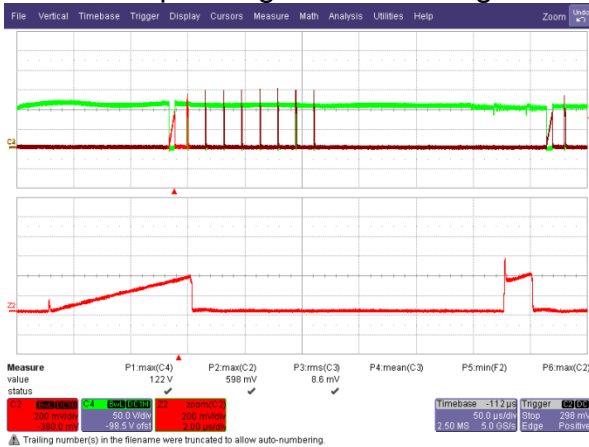
**Figure 25 – 90VAC Input, Output Short.**  
 Ch4:V<sub>D-S</sub>; 50 V / div., 2 ms / div  
 Ch2:I<sub>D-S</sub>; 100 mA / div., 2 ms /div  
 Z2:I<sub>D-S</sub>; 100 mA / div., 5 μs / div



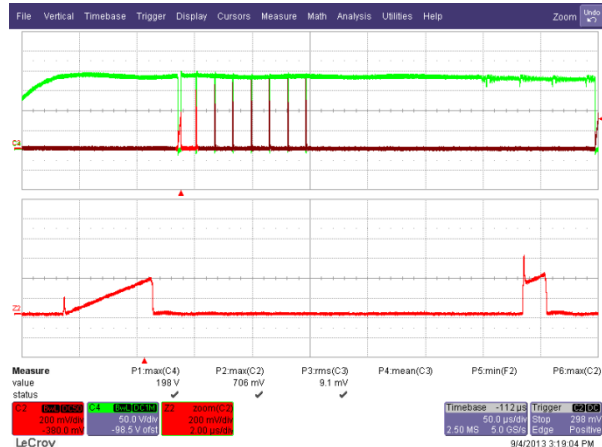
**Figure 26 – 132VAC Input, Output Short.**  
 Ch4:V<sub>D-S</sub>; 50 V / div., 2 ms / div.  
 Ch2:I<sub>D-S</sub>; 100 mA / div., 2 ms /div.  
 Z2:I<sub>D-S</sub>; 100 mA / div., 5 μs / div.

### 10.4 ドレイン電圧及び電流起動プロファイル

Device is operating within the range and no inductor saturation was observed.



**Figure 27 – 90 VAC / 60 Hz Start-up.**  
 Ch4:V<sub>D-S</sub>; 50 V / div., 50 μs / div.  
 Ch2:I<sub>D-S</sub>; 200 mA / div., 50 μs / div.  
 Z2:I<sub>D-S</sub>; 200 mA / div., 2 μs / div.

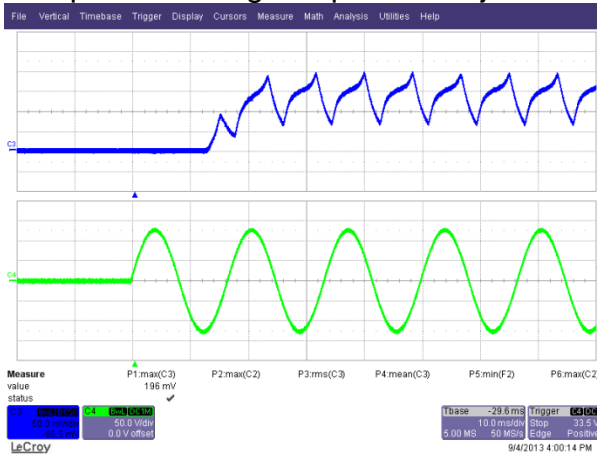


**Figure 28 – 132 VAC / 60 Hz Start-up.**  
 Ch4:V<sub>D-S</sub>; 50 V / div., 50 μs / div.  
 Ch2:I<sub>D-S</sub>; 200 mA / div., 50 μs /div.  
 Z2:I<sub>D-S</sub>; 200 mA / div., 2 μs /div.

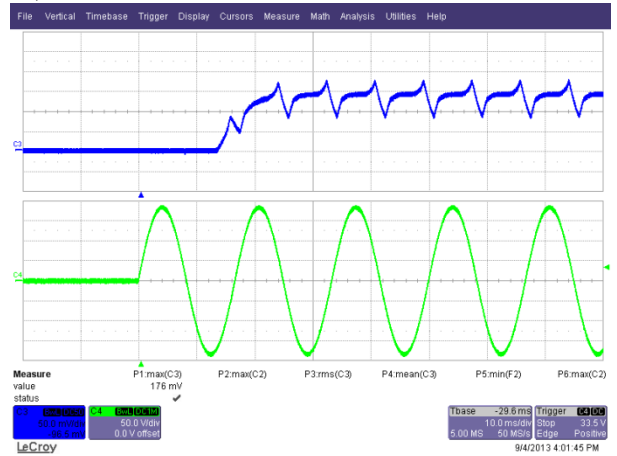


### 10.5 出力電流起動プロファイル及び停止プロファイル

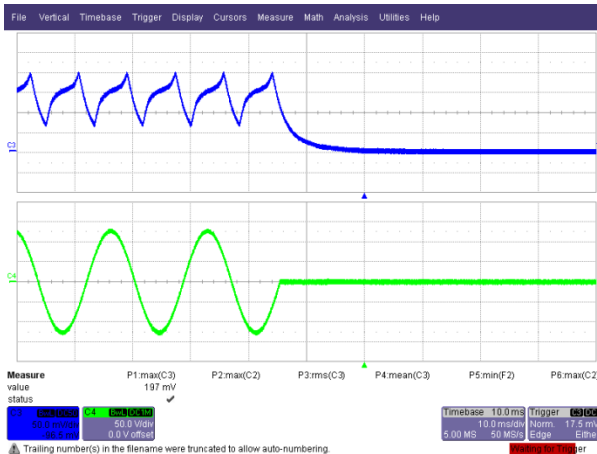
Output current/light is present in just one AC cycle, <20 ms.



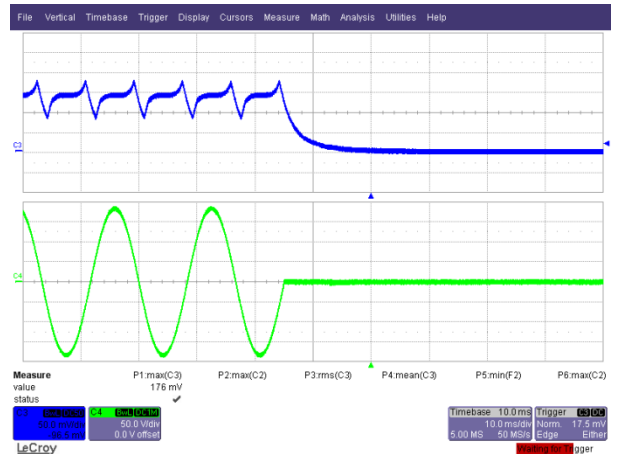
**Figure 29** – 90 VAC, 60Hz, Full Load Start-up.  
Ch3: $I_{OUT}$ , 50 mA / div., 10 ms / div.  
Ch4: $V_{IN}$ , 50 V / div., 10 ms / div.



**Figure 30** – 132 VAC, 60Hz, Full Load Start-up.  
Ch3: $I_{OUT}$ , 50 mA / div., 10 ms / div.  
Ch4: $V_{IN}$ , 50 V / div., 10 ms / div.



**Figure 31** – 90 VAC, 60Hz, Full Load, Power Down.  
Ch3: $I_{OUT}$ , 50 mA / div., 10 ms / div.  
Ch4: $V_{IN}$ , 50 V / div., 10 ms / div.

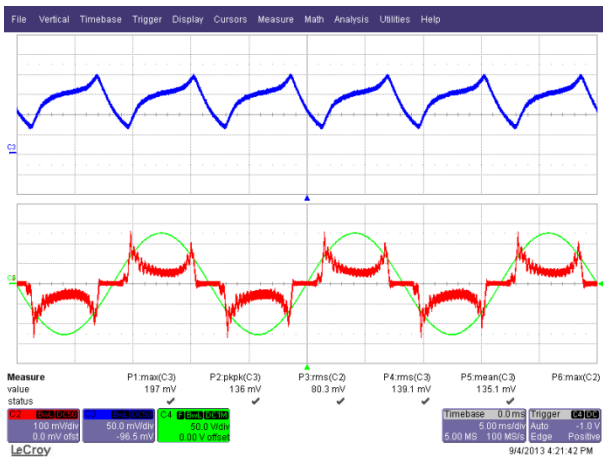


**Figure 32** – 132 VAC, 60Hz, Full Load, Power Down.  
Ch3: $I_{OUT}$ , 50 mA / div., 10 ms / div.  
Ch4: $V_{IN}$ , 50 V / div., 10 ms / div.

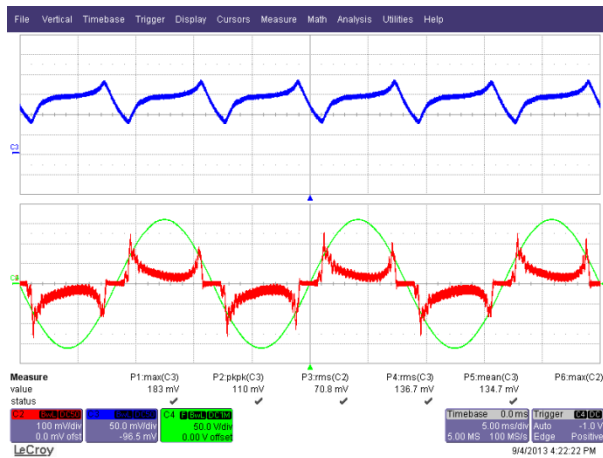


### 10.6 入出カプロファイル

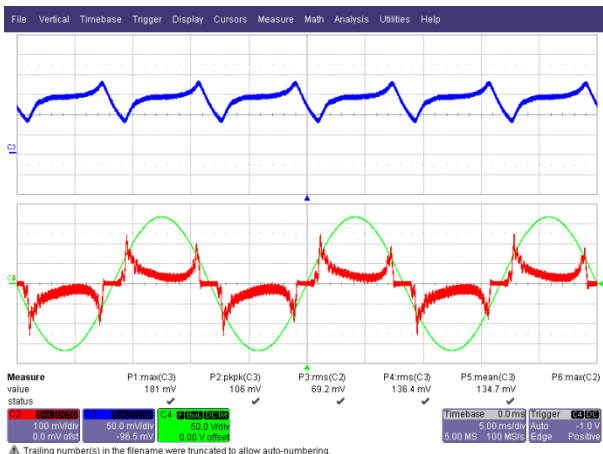
There is no limitation to the amount of output capacitance that can be added. If the application requires less output current ripple then increasing the output capacitance is straight forward. Note that the output current waveform below will vary depending on LED load impedance and will vary according to LED type.



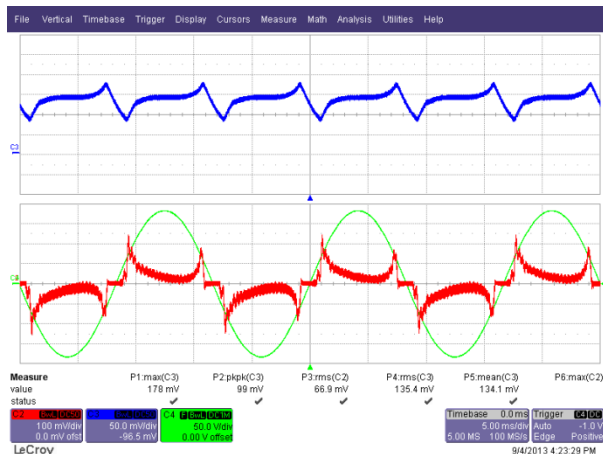
**Figure 33 – 90 VAC, 60 Hz, Full Load.**  
 Ch3: I<sub>OUT</sub>, 50 mA / div., 5 ms / div.  
 Ch2: I<sub>IN</sub>, 100 mA / div., 5 ms / div.  
 Ch4: V<sub>IN</sub>, 50 V / div., 5 ms / div.



**Figure 34 – 115 VAC, Full Load.**  
 Ch3: I<sub>OUT</sub>, 50 mA / div., 5 ms / div.  
 Ch2: I<sub>IN</sub>, 100 mA / div., 5 ms / div.  
 Ch4: V<sub>IN</sub>, 50 V / div., 5 ms / div.



**Figure 35 – 120 VAC, 60 Hz, Full Load.**  
 Ch3: I<sub>OUT</sub>, 50 mA / div., 5 ms / div.  
 Ch2: I<sub>IN</sub>, 100 mA / div., 5 ms / div.  
 Ch4: V<sub>IN</sub>, 50 V / div., 5 ms / div.



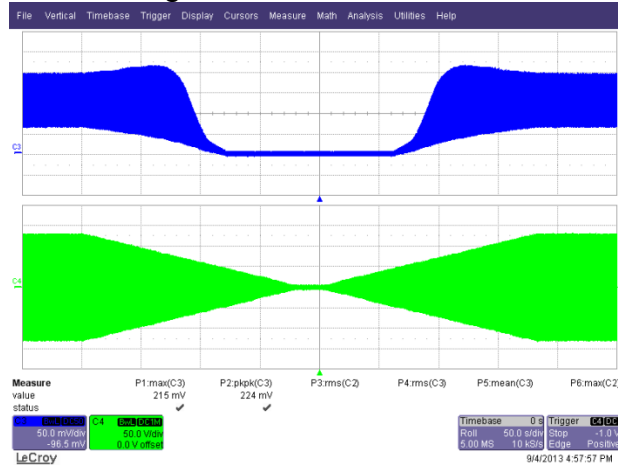
**Figure 36 – 132 VAC, Full Load.**  
 Ch3: I<sub>OUT</sub>, 50 mA / div., 5 ms / div.  
 Ch2: I<sub>IN</sub>, 100 mA / div., 5 ms / div.  
 Ch4: V<sub>IN</sub>, 50 V / div., 5 ms / div.





### 10.7 入力停止/入力起動

No failure of any component during brown-out test of 0.5 V / sec AC cut-in and cut-off.



**Figure 37** – Brown-out Test at 0.5 V / s. The Unit is Able to Operate Normally Without Any Failure and Without Flicker. Ch4:  $V_{IN}$ , 50 V / div.  
 Ch3:  $I_{OUT}$ , 50 mA / div.  
 Time Scale: 50 s / div.



## 11 入力サージ

Differential input line 500 V surge testing was completed on a single test unit to IEC61000-4-5. Input voltage was set at 120 VAC / 60 Hz.

Surge Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+500	120	L to N	90	Pass
-500	120	L to N	90	Pass
+500	120	L to N	0	Pass
-500	120	L to N	0	Pass

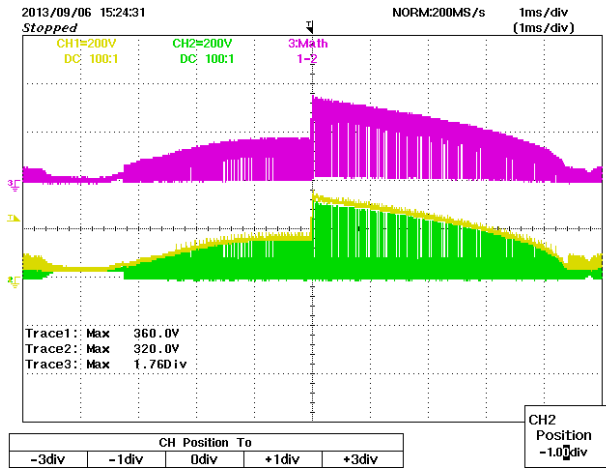
Unit passed under all test conditions.

Differential ring input line surge testing was completed on a single test unit to IEC61000-4-5. Input voltage was set at 120 VAC / 60 Hz. Output was loaded at full load and operation was verified following each surge event.

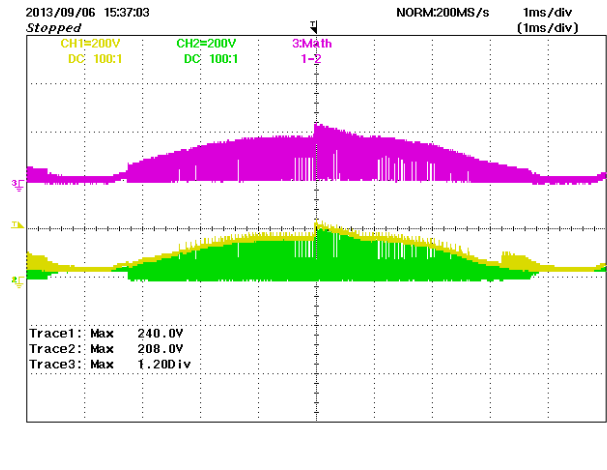
Surge Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+2500	120	L to N	90	Pass
-2500	120	L to N	90	Pass
+2500	120	L to N	0	Pass
-2500	120	L to N	0	Pass

Unit passed under all test conditions.





**Figure 38** – Differential Line Surge at 500 V / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 360 V.  
Ch1:  $V_{DRAIN}$ , 200 V / div.  
Ch2:  $V_{SOURCE}$ , 200 V / div.  
Ch3:  $V_{D-S}$ , 200 V / div.  
Time Scale: 1 ms / div.



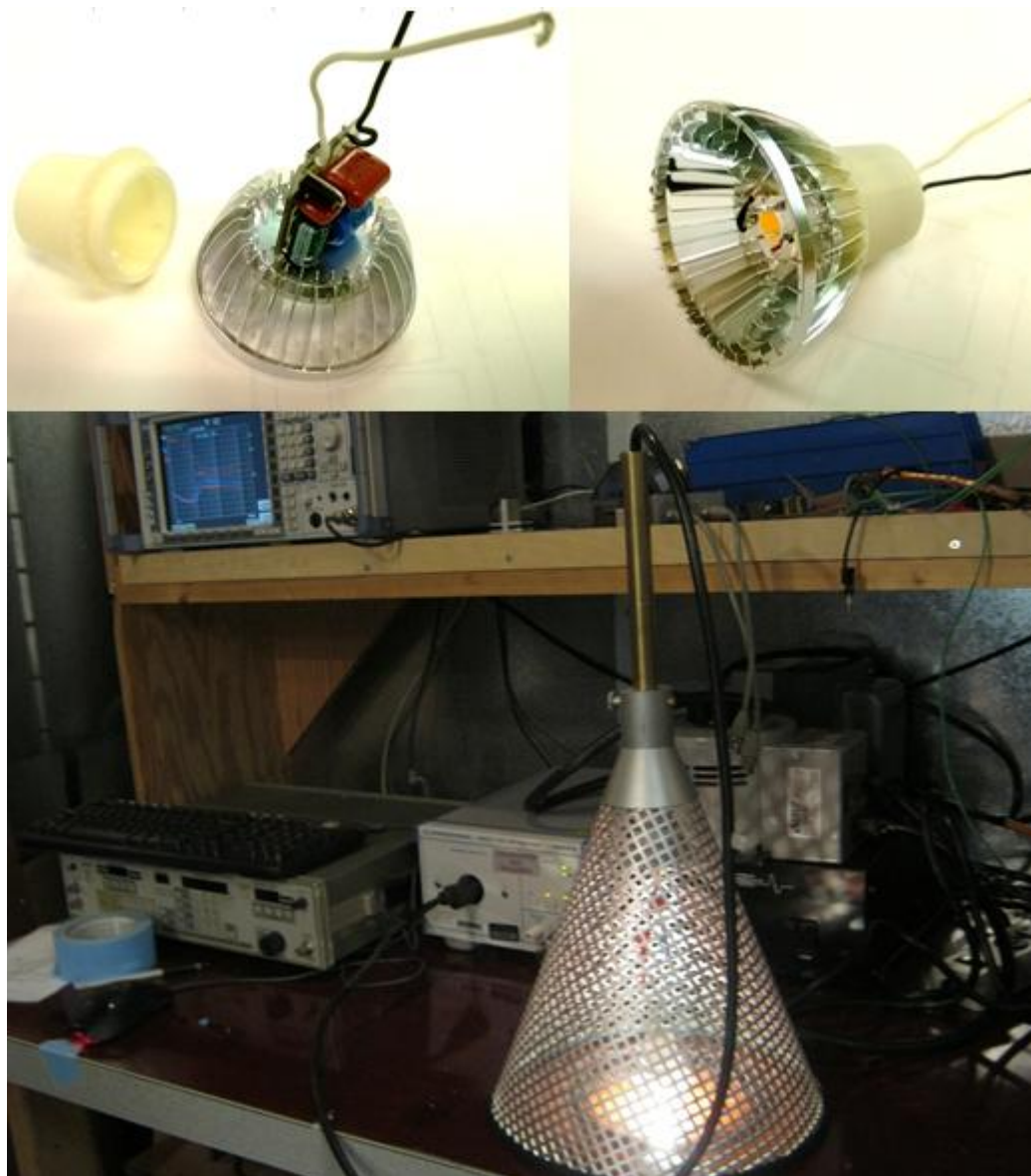
**Figure 39** – Differential Ring Surge at 2500 V / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 240 V.  
Ch1:  $V_{DRAIN}$ , 200 V / div.  
Ch2:  $V_{SOURCE}$ , 200 V / div.  
Ch3:  $V_{D-S}$ , 200 V / div.  
Time Scale: 1 ms / div.



## 12 伝導 EMI

### 12.1 セットアップ

The LED driver was placed inside a GU10 assembly with 38 V LED load and then mounted inside a metallic cone as shown in Figure 40.



**Figure 40** – Conducted EMI Test Set-up.UUT mounted inside the metallic cone.



### 12.2 試験結果



Power Integrations  
04.Sep 13 20:45

RBW 9 kHz  
MT 500 ms

Att 10 dB AUTO

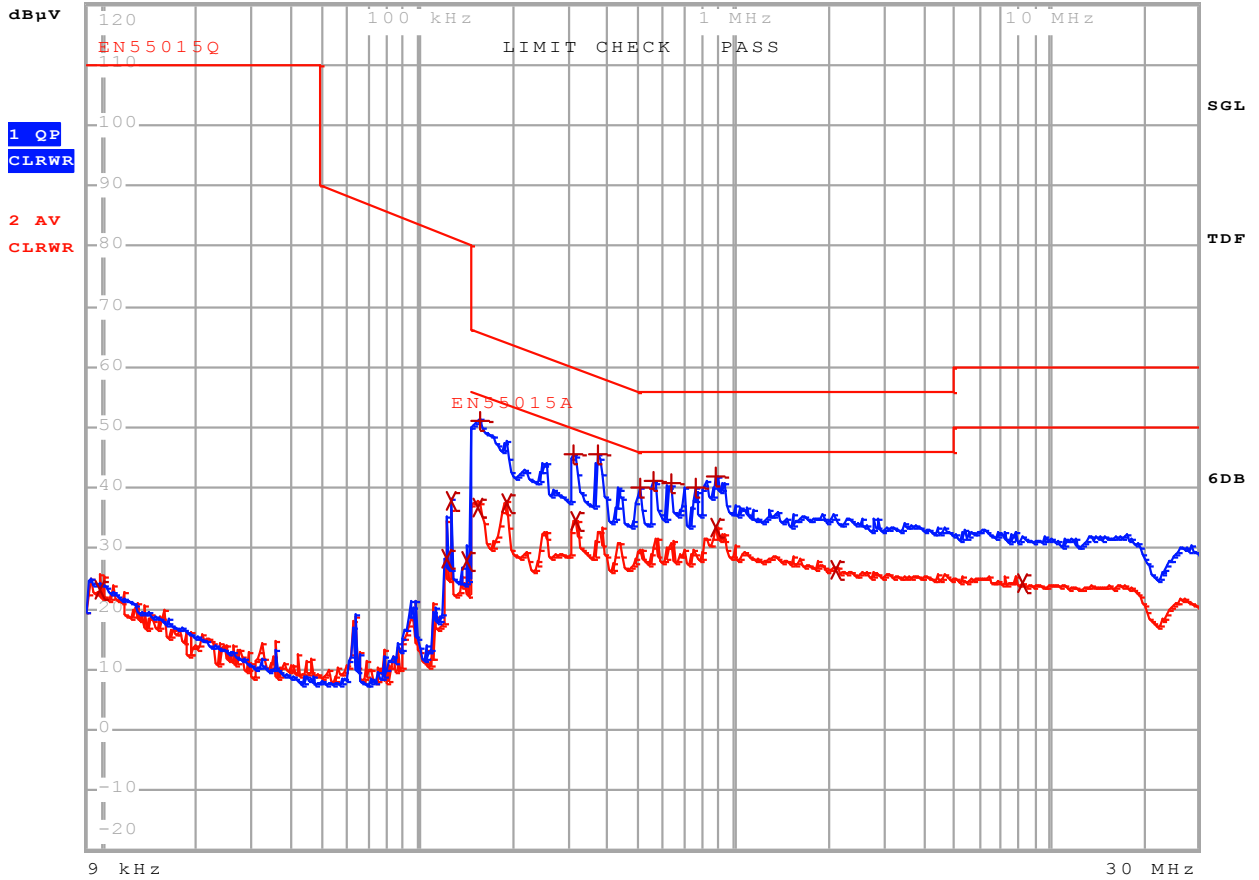


Figure 41 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 115 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)						
Trace1:	EN55015Q					
Trace2:	EN55015A					
Trace3:	---					
	TRACE	FREQUENCY	LEVEL	dB $\mu$ V		DELTA LIMIT dB
2	Average	9.74571035065 kHz	23.12	N	gnd	
2	Average	123.243440661 kHz	28.25	N	gnd	
2	Average	126.977840157 kHz	37.69	L1	gnd	
2	Average	143.081808561 kHz	28.08	L1	gnd	
2	Average	154.54515 kHz	36.76	L1	gnd	-18.99
1	Quasi Peak	157.651507515 kHz	51.02	L1	gnd	-14.56
2	Average	190.46019728 kHz	37.61	L1	gnd	-16.39
1	Quasi Peak	310.135545783 kHz	45.43	L1	gnd	-14.52
2	Average	316.369270253 kHz	34.57	L1	gnd	-15.23
1	Quasi Peak	370.967850209 kHz	45.66	L1	gnd	-12.81
1	Quasi Peak	505.008700673 kHz	40.00	L1	gnd	-15.99
1	Quasi Peak	557.843784289 kHz	41.32	L1	gnd	-14.67
1	Quasi Peak	634.878262431 kHz	40.64	L1	gnd	-15.35
1	Quasi Peak	759.408030975 kHz	39.95	L1	gnd	-16.04
1	Quasi Peak	881.64914842 kHz	41.95	L1	gnd	-14.04
2	Average	881.64914842 kHz	33.28	L1	gnd	-12.71
2	Average	2.09534389698 MHz	26.61	L1	gnd	-19.38
2	Average	8.18999279463 MHz	24.27	N	gnd	-25.72

**Table 5 – Conducted EMI Final Measurements, Maximum Steady State Load, 115 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.**



**13 改訂履歷**

<b>Date</b>	<b>Author</b>	<b>Revision</b>	<b>Description &amp; changes</b>	<b>Reviewed</b>
25-Sep-13	CA	1.0	Initial Release	Apps & Mktg



## 最新の情報については、弊社ウェブサイト [www.powerint.com](http://www.powerint.com)

Power Integrations は、信頼性または生産性を向上させるために、いつでも製品を変更する権利を保持します。Power Integrations は、ここに記載した機器または回路を使用したことから生じる事柄について責任を一切負いません。Power Integrations は、ここでは何らの保証もせず、商品性、特定目的に対する適合性、及び第三者の権利の非侵害の黙示保証なども含めて、すべての保証を明確に否認します。

### 特許情報

ここで例示した製品及びアプリケーション（製品の外付けトランス構造と回路も含む）は、米国及び他国の特許の対象である場合があります。また、潜在的に、Power Integrations に譲渡された米国及び他国の出願中特許の対象である場合があります。Power Integrations の持つ特許の全リストは、[www.powerint.com](http://www.powerint.com) に掲載されます。Power Integrations は、<http://www.powerint.com/ip.htm> に定めるところに従って、特定の特許権に基づくライセンスを顧客に許諾します。

PI ロゴ、TOPSwitch、TinySwitch、LinkSwitch、LYTSwitch、DPA-Switch、PeakSwitch、CAPZero、SENZero、LinkZero、HiperPFS、HiperTFS、HiperLCS、Qspeed、EcoSmart、Clampless、E-Shield、Filterfuse、StackFET、PI Expert 及び PI FACTS は Power Integrations, Inc. の商標です。その他の商標は、各社の所有物です。©Copyright 2013 Power Integrations, Inc.

## Power Integrations の世界各国の販売サポート担当

### 世界本社

5245 Hellyer Avenue  
San Jose, CA 95138, USA.  
代表電話: +1-408-414-9200  
カスタマー サービス:  
電話: +1-408-414-9665  
ファックス: +1-408-414-9765  
電子メール:  
[usasales@powerint.com](mailto:usasales@powerint.com)

### ドイツ

Lindwurmstrasse 114  
80337, Munich  
Germany  
電話: +49-895-527-39110  
ファックス: +49-895-527-39200  
電子メール:  
[eurosales@powerint.com](mailto:eurosales@powerint.com)

### 日本

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-12-11 光正第 3 ビル  
電話: +81-45-471-1021  
ファックス: +81-45-471-3717  
電子メール:  
[japansales@powerint.com](mailto:japansales@powerint.com)

### 台湾

5F, No. 318, Nei Hu Rd.,  
Sec. 1  
Nei Hu District  
Taipei 11493, Taiwan R.O.C.  
電話: +886-2-2659-4570  
ファックス: +886-2-2659-4550  
電子メール:  
[taiwansales@powerint.com](mailto:taiwansales@powerint.com)

### 中国 (上海)

Rm 1601/1610, Tower 1,  
Kerry Everbright City  
No. 218 Tianmu Road West,  
Shanghai, P.R.C. 200070  
電話: +86-21-6354-6323  
ファックス: +86-21-6354-6325  
電子メール:  
[chinasales@powerint.com](mailto:chinasales@powerint.com)

### インド

#1, 14<sup>th</sup> Main Road  
Vasanthanagar  
Bangalore-560052  
India  
電話: +91-80-4113-8020  
ファックス: +91-80-4113-8023  
電子メール:  
[indiasales@powerint.com](mailto:indiasales@powerint.com)

### 韓国

RM 602, 6FL  
Korea City Air Terminal B/D,  
159-6  
Samsung-Dong, Kangnam-Gu,  
Seoul, 135-728 Korea  
電話: +82-2-2016-6610  
ファックス: +82-2-2016-6630  
電子メール:  
[koreasales@powerint.com](mailto:koreasales@powerint.com)

### ヨーロッパ本社

1st Floor, St. James's House  
East Street, Farnham  
Surrey GU9 7TJ  
United Kingdom  
電話: +44 (0) 1252-730-141  
ファックス: +44 (0) 1252-727-689  
電子メール:  
[eurosales@powerint.com](mailto:eurosales@powerint.com)

### 中国 (深圳)

3rd Floor, Block A,  
Zhongtuo International Business  
Center, No. 1061, Xiang Mei Rd,  
FuTian District, ShenZhen,  
China, 518040  
電話: +86-755-8379-3243  
ファックス: +86-755-8379-5828  
電子メール:  
[chinasales@powerint.com](mailto:chinasales@powerint.com)

### イタリア

Via Milanese 20, 3<sup>rd</sup>.Fl.  
20099 Sesto San Giovanni  
(MI) Italy  
電話: +39-024-550-8701  
ファックス: +39-028-928-6009  
電子メール:  
[eurosales@powerint.com](mailto:eurosales@powerint.com)

### シンガポール

51 Newton Road,  
#19-01/05 Goldhill Plaza  
Singapore, 308900  
電話: +65-6358-2160  
ファックス: +65-6358-2015  
電子メール:  
[singaporesales@powerint.com](mailto:singaporesales@powerint.com)

### アプリケーション ホットライン

World Wide +1-408-414-9660

### アプリケーション ファクシミリ

World Wide +1-408-414-9760

