

## デザイン例レポート

役職	<b>LYTSwitch<sup>TM</sup>-4 LYT4322E を使用した 14.35 W 高効率 (&gt;86%) 高力率 (&gt;0.95) トライアック調光機能付きタップトバック型 LED ドライバ</b>
仕様	195 VAC ~ 265 VAC 入力; 41 V <sub>TYP</sub> 、350 mA 出力
アプリケーション	PAR30 LED ドライバ
作成者	アプリケーション技術部門
ドキュメント番号	DER-395
日付	2014 年 2 月 27 日
改訂	1.0

### 概要と機能

- ワンコンバータ型力率改善回路と定電流 (CC) 出力
- 230 VAC で 86% を超える効率
- トライアック調光機能付き
  - さまざまなトライアック調光器に対応
- 低コスト、少ない部品点数、小型 PCB
- 素早い点灯 (200 ms 以下) – 知覚可能な遅延無し
- 内蔵保護機能と高い信頼性
  - 自動復帰タイプ出力短絡保護
  - 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
  - 停止条件時でも損傷を受けない
  - 入力過電圧保護
- 230 VAC 入力時の力率が 0.95 以上
- 伝導 EMI EN55015 に適合

### 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)

**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) に掲載されています。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。



## 目次

1	はじめに.....	5
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	電源回路 .....	9
4.3	バイアス回路及び出力フィードバック .....	10
4.4	トライアック位相調光制御の互換性 .....	10
5	PCB レイアウト .....	12
6	部品表 .....	13
7	インダクタの仕様 .....	14
7.1	回路図 .....	14
7.2	電気仕様 .....	14
7.3	材料 .....	14
7.4	インダクタの構造図 .....	15
7.5	インダクタ製造仕様 .....	15
8	インダクタの設計計算シート .....	16
9	性能データ.....	19
9.1	効率 .....	19
9.2	入力及び負荷レギュレーション .....	20
9.3	力率 .....	22
9.4	A-THD.....	23
9.5	高調波成分 .....	24
9.6	試験データ .....	25
9.6.1	38 V LED 負荷時のデータ .....	25
9.6.2	41 V LED 負荷時のデータ .....	25
9.6.3	44 V LED 負荷時のデータ .....	25
10	調光性能データ .....	26
10.1	リーディング エッジ調光器を使用した場合の調光カーブ .....	26
10.2	調光器の互換性リスト.....	27
11	熱特性 .....	29
11.1	オープン フレーム測定 .....	29
11.1.1	非調光時 $V_{IN} = 195 \text{ VAC}$ 、50 Hz (41 V LED 負荷) .....	29
11.1.2	非調光時 $V_{IN} = 265 \text{ VAC}$ 、50 Hz (41 V LED 負荷) .....	30
11.2	実際の LED 筐体における温度測定 .....	31
12	非調光時の波形 .....	32
12.1	入力電圧と入力電流の波形 .....	32
12.2	通常動作時の出力電圧と出力電流 .....	32
12.3	起動時の入力電圧と出力電流の波形 .....	33



12.4	通常動作時のドレイン電圧とドレイン電流 .....	33
12.5	起動時のドレイン電圧とドレイン電流 .....	35
12.6	出力短絡時のドレイン電流、及びドレイン電圧 .....	36
12.7	出力ダイオード電流及び電圧の波形 .....	37
12.8	出力ダイオード電流及び電圧の起動波形 .....	38
12.9	出力ダイオード電流及び電圧の短絡波形 .....	38
12.10	停止 .....	39
12.11	入力過渡 .....	40
13	調光時の波形 .....	41
13.1	入力電圧と入力電流の波形 .....	41
13.2	出力電流の波形 .....	42
14	伝導 EMI .....	43
14.1	セットアップ .....	43
15	入力サージ試験 .....	45
16	付録 .....	47
16.1	アクティブダンパーの回路図 .....	47
16.2	回路の説明 .....	48
16.3	効率データ .....	48
16.3.1	ダンパーなし .....	48
16.3.2	アクティブダンパーあり .....	48
16.4	部品表 (アクティブダンパー) .....	49
17	改訂履歴 .....	50

**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

本書は、LED の公称直列電圧 41 V、350 mA で入力電圧範囲 195 VAC ~ 265 VAC (通常 50 Hz) 対応、非絶縁型、高力率 (PF)、高効率、トライアック調光機能付き LED ドライバについて述べています。

ワンコンバータ、非絶縁タップトバック型を採用し、この設計における高力率、定電流レギュレーション、及び調光機能要件の厳しい条件に対応できます。

このドキュメントには、LED ドライバの仕様、回路図、PCB の詳細、部品表、トランスに関する説明、及び標準パフォーマンス特性が記載されています。

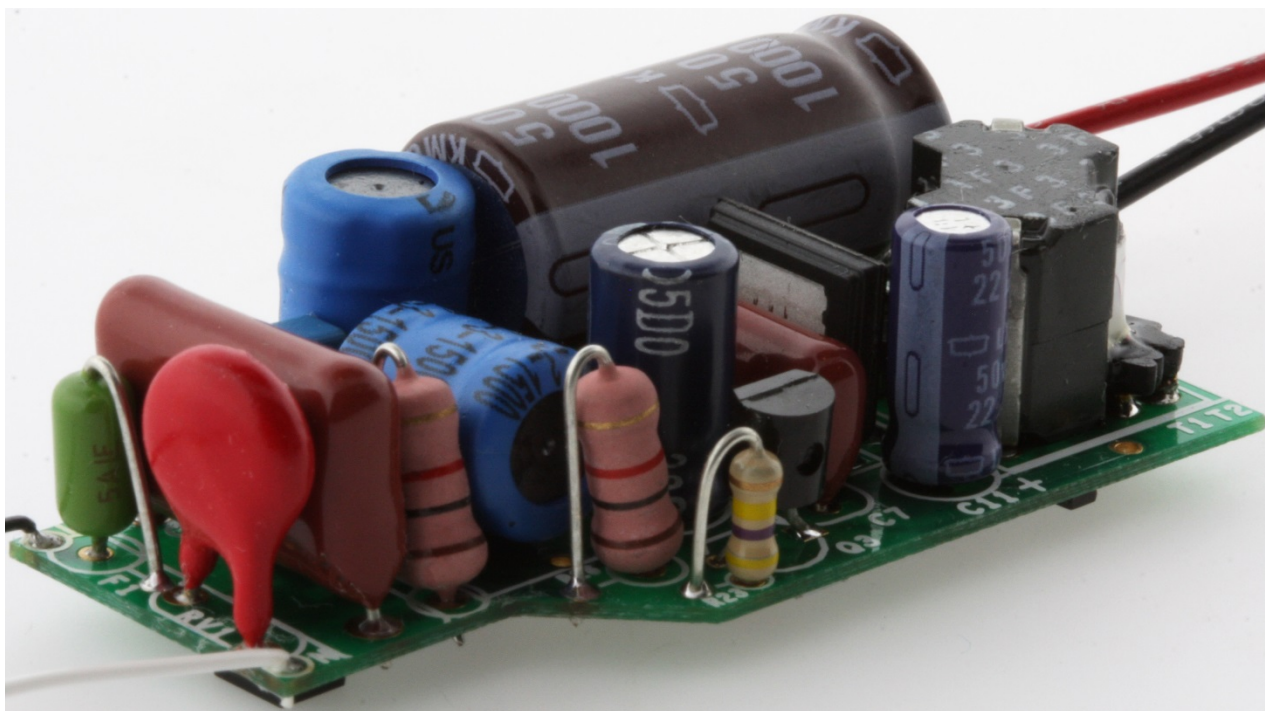


Figure 1 – Populated Circuit Board, Angle View.





## 2 電源仕様

次のテーブルは、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 電圧 周波数	$V_{IN}$ $f_{LINE}$	195	230 50/60	265	VAC Hz	2ワイヤ-P.E.無し
出力 出力電圧 出力電流 出力電力の合計 連続出力電力	$V_{OUT}$ $I_{OUT}$ $P_{OUT}$	38	41 350 14.35	44	V mA W	$V_{OUT} = 41\text{ V}$ , $V_{IN} = 230\text{ VAC}$ , $25\text{ }^{\circ}\text{C}$
効率 最大負荷時	$\eta$		86		%	$P_{OUT}$ $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ で測定
環境 伝導 EMI 安全規格 リング ウェーブ (100 kHz) ディファレンシャル モード (L1-L2) コモン モード (L1/L2-PE) ディファレンシャル モード サージ			CISPR 15B/EN55015B 非絶縁 2.5 500		kV V	
力率		0.9				$V_{OUT(TYP)}$ , $I_{OUT(TYP)}$ 及び $230\text{ VAC}$ , $50\text{ Hz}$ で測定
高調波電流			EN61000-3-2 クラス C			
周囲温度	$T_{AMB}$		40		$^{\circ}\text{C}$	



### 3 回路图

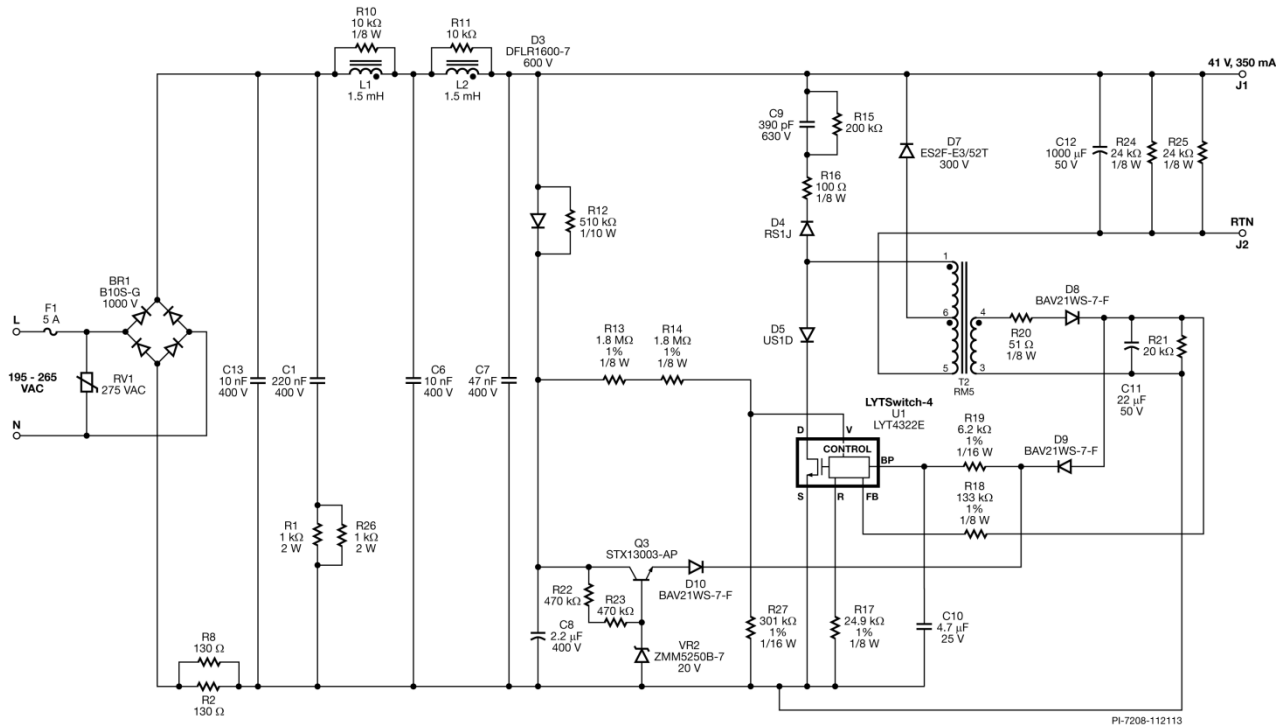


Figure 4 – Schematic.





## 4 回路の説明

LYT4322E (U1) は LED ドライバ アプリケーションでの使用を目的とする高機能一次側コントローラです。195 VAC ~ 265 VAC の入力電圧範囲で出力を制御しながら、ワンコンバータ型で高い力率を実現します。この IC には、これらの機能を提供するすべての制御回路に加え、高耐圧パワー MOSFET が搭載されています。

### 4.1 入力部の EMI フィルタ

ヒューズ F1 は部品異常を保護し、RV1 は入力サージ発生時最大電圧制限用クランプです。ブリッジ整流器 BR1 は、AC 入力電圧を整流します。

EMI フィルタは、インダクタ L1、L2、コンデンサ C6、C7 及び C13 により構成されています。L1 と L2 の抵抗 R10 と R11 は、共振周波数の伝導 EMI プロットにおけるノイズのピークを回避するため、インダクタの自己共振を減衰します。

選択したインダクタは磁氣的にシールドされていませんが、直列に接続されており、隣に配置されています。レイアウトにおいて、L1 と L2 の間の磁気結合の影響は、安定した EMI 性能が得られるように慎重に検討されています。この設計では、L1 は L2 の基準面に垂直に実装されており、その巻き始めと巻き終わりが制御され、回路図と PCB 上の 1 つの点で示されています (巻き始めと巻き終わりの詳細については、インダクタのメーカーのデータシートを参照してください)。

### 4.2 電源回路

この設計ではローサイド タップトバック型設計が採用されており、195 VAC ~ 265 VAC の入力電圧で高力率、定電流出力の特徴とします。

タップトバック型コンバータには、磁気部品の小型化、メインスイッチ U1 の電流ストレスの削減、出力ダイオード D7 の電圧ストレス削減の利点があります。メインスイッチの電流ストレス削減により、より小型のスイッチング部品をコスト効率の高い設計のために使用できます。

インダクタ T2 が降圧コンバータのメイン インダクタです。一次、二次、及びバイアスの 3 つの巻線で構成されています。一次と二次の比を 3:1 にすることによって、300 V 出力ダイオードを使用でき、U1 LYT4322E の最大電圧をその最大規格値以下に抑えています。

出力ダイオード D7 は U1 がオフになると導通し、負荷に電力を供給します。ダイオード D5 は、C7 にかかる電圧 (整流された入力 AC) が出力電圧を下回る場合、逆電流が U1 内を流れるのを防ぐために必要です。T2 の漏れインダクタンスによって発生する電圧スパイクを制限するために、電圧クランプ回路を追加しました。電圧クランプのネットワークは、ダイオード D4、コンデンサ C9、抵抗 R15 及び R16 によって形成されます。



出力コンデンサ C12 は出力リップル (<30%) を最小限に抑えるために選択されます。プリロード抵抗 R24 及び R25 により、AC が取り外された時に、LED 電圧を放電し (AC が取り外された後、数秒間、わずかに光るのではなく)、確実にランプを消します。

ピーク入力電圧情報を U1 に提供するために、整流入力 AC ピークが D3 を通じて C8 に充電されます。その後、R13 及び R14 を経由した電流が、U1 の VOLTAGE MONITOR (V) ピンにフィードされます。R27 は入力及び負荷レギュレーションを高精度にするために追加されます。抵抗 R12 は、C8 に電圧がかかる放電パスを提供して、入力 AC の変化をセンシングします。

V ピン電流によって検出され動作する過入力電圧シャットダウン機能により、整流入力電圧耐量 (サージ及び入力上昇時) を内部パワー MOSFET の 725 BV<sub>DSS</sub> 定格にまで拡大します。

コンデンサ C10 は、内部コントローラの供給ピンである U1 の BYPASS (BP) ピンのローカルデカップリング コンデンサです。起動時に、C10 は U1 の DRAIN (D) ピンに接続された内部の高電圧電流ソースから 6 V まで充電されます。IC がフル モードで動作できるように C10 には 4.7  $\mu$ F のコンデンサが選択されています。

U1 REFERENCE (R) ピンは、抵抗 R17 を介してグラウンド (SOURCE) に接続されています。24.9 k $\Omega$  値は、高精度な定電流レギュレーションにて制御が行われます。

### 4.3 バイアス回路及び出力フィードバック

T2 のバイアス巻線は IC へのフィードバックと IC への電力供給のために使用されます。バイアス巻線のフライバック電圧は D8 によって整流され、C11 によってフィルタリングされて電圧を平滑し、R20 により漏れインダクタンス エネルギーによる電圧変動を低減します。フィードバック電流はその後、抵抗 R18 経由で FEEDBACK (FB) ピンに送られます。ダイオード D9 と R19 が BP ピンとバイアス巻線を接続します。ダイオード D9 は、起動時に C11 から C10 を絶縁するために必要で、R19 はバイアス巻線から BP ピンに供給される電流を制限します。抵抗 R21 は、バイアス回路に負荷を提供して、AC サイクル期間の C11 の放電を促進するだけでなく、高い調光比の実現にも役立ちます。

### 4.4 トライアック位相調光制御の互換性

低コストでトライアック ベースのリーディング エッジ型及びトレーリング エッジ型の位相調光器によって出力調光を行う場合、設計上のさまざまなトレードオフが伴います。

LED ベースの照明による電力消費は極めて低いので (従来の白熱電球と比べて)、ランプに流れ込む電流は、調光器内のトライアックの保持電流を下回ります。これにより、調光範囲の制限や、トライアックが不安定な動作によるフリッカなどの望ましくない動作が発生することがあります。LED ランプが入力に与える比較的大きなインピーダンスにより、膨大なリングングが発生します。これは、トライアックがオンのときに突入電流が入力コンデンサを充電するためです。これもまた、同様の望ましくない動作を発生させることがあります。リングングによってトライアック電流がゼロに低下し、トライアックをオフさせる可能性があるからです。



設計に組み込まれているダンパー、ブリーダー、リニア レギュレータ回路によりこれらの問題は解消され、ドライバの効率に与える影響が最小限に抑えられています。

抵抗 R2 と R8 により、パッシブ ダンピングが行われます。

パッシブ ブリーダー回路はコンデンサ C1 と R1//R26 で構成されます。この回路は入力サージを減衰し、トライアック調光機能に必要なラッチ電流と保持電流も供給します。

IC (BP ピン) の電圧を一定に維持するためにリニア レギュレータ回路の R22、R23、VR2、Q3、D10 が追加されました。すなわち、非常に低い導通角または非常に低い入力電圧で動作可能にし、IC を負荷として機能させます (特に、漏れ電流が大きいトライアックの場合)。最も定格電力の大きい (600 W 以上) トライアック調光器には LC 入力フィルタがあります。RC コンデンサ容量が十分に大きく、LED ドライバの入力部を充電する電力を供給できる場合、LED 負荷に電力が与えられると、入力部が放電されるまで、LED はオンになります。その後、この周期が繰り返され、トライアックがオフでも LED 負荷がちらつきません。

バイアス電圧が  $V_{ZVR2} + V_{tQ3} + V_{fD10}$  よりも高くなると、リニア レギュレータはオフになります。Q3 電力消費を最小限に抑えるため、バイアス電圧が低いときにのみ、リニア レギュレータが深い調光で作動するように、電圧レギュレータ VR2 を選択します。深く調光した際に入力電圧が低い場合であっても、Q3 は低コストの BJT (400 V) を使用し、抵抗 R22 と R23 は十分なドライブを提供します。



### 5 PCB レイアウト

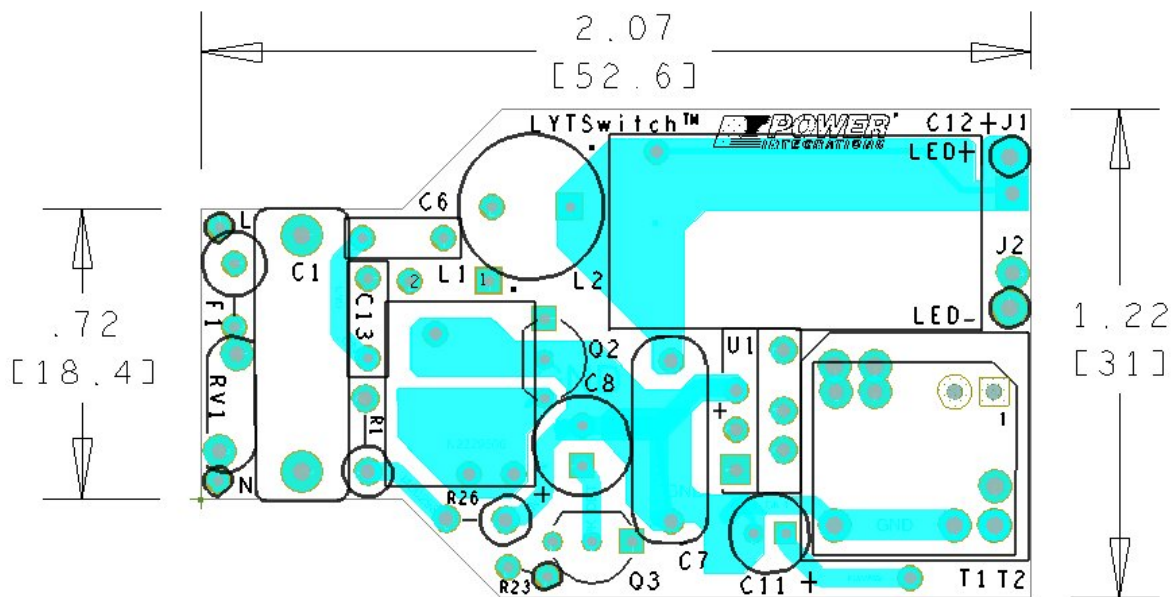


Figure 5 – Top Side.

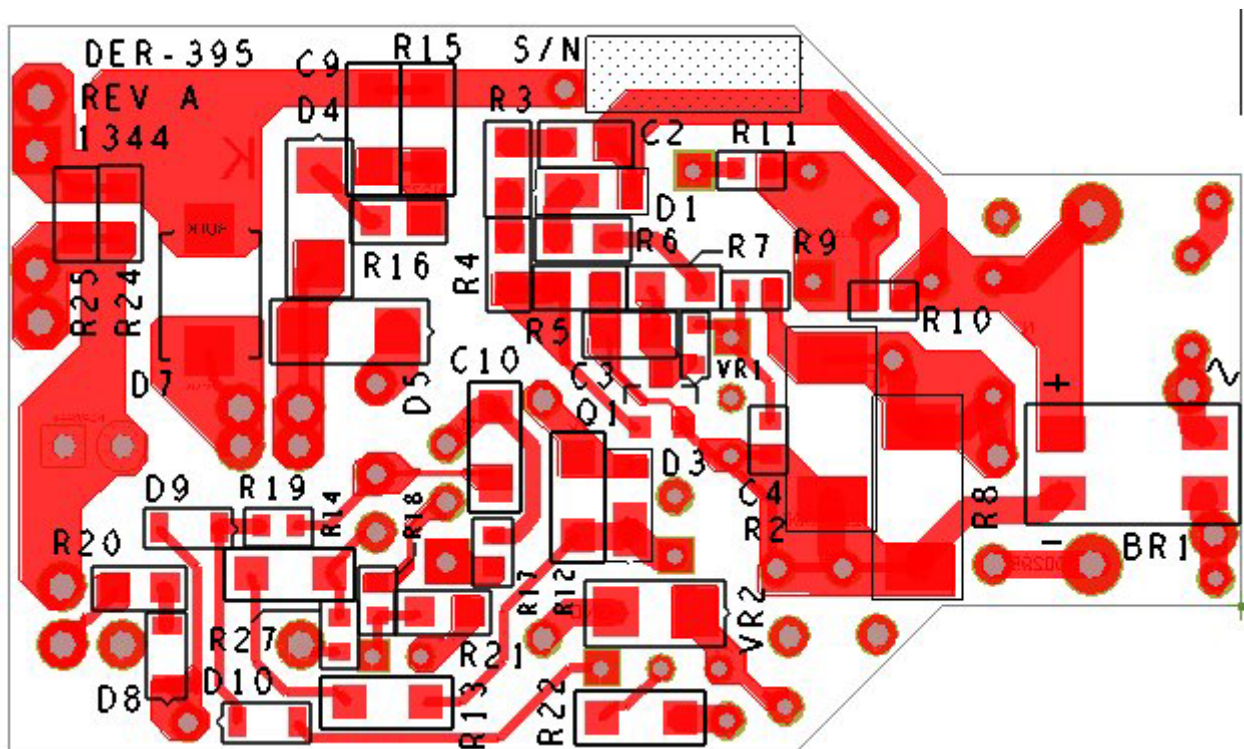


Figure 6 – Bottom Side.



## 6 部品表

Item	Qty	Ref Des	概要	Mfg Part Number	Manufacturer
1	1	BR1	1000 V, 0.8 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	B10S-G	Comchip
2	1	C1	220 nF, 400 V, Film	ECQ-E4224KF	Panasonic
3	2	C6 C13	10 nF, 400 VDC, Metallized Polyester	B32529C6103K189	Epcos
4	1	C7	47 nF, 400 V, Film	ECQ-E4473KF	Panasonic
5	1	C8	2.2 $\mu$ F, 400 V, Electrolytic, (6.3 x 11)	TAB2GM2R2E110	Ltec
6	1	C9	390 pF, 630 V, Ceramic, NPO, 1206	C3216C0G2J391J	TDK
7	1	C10	4.7 $\mu$ F, 25 V, Ceramic, X7R, 1206	C3216X7R1E475K160AC	TDK
8	1	C11	22 $\mu$ F, 50 V, Electrolytic, (5 x 11)	UPW1H220MDD	Nichicon
9	1	C12	1000 $\mu$ F, 50 V, Electrolytic, Gen. Purpose, (12.5 x 25)	EKMG500ELL102MK25S	Nippon Chemi-Con
10	1	D3	600 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, POWERDI123	DFLR1600-7	Diodes, Inc.
11	1	D4	600 V, 1 A, Fast Recovery, 250 ns, SMA	RS1J-13-F	Diodes, Inc.
12	1	D5	DIODE ULTRA FAST, SW, 200 V, 1 A, SMA	US1D-13-F	Diodes, Inc.
13	1	D7	300 V, 2 A, Ultrafast Recovery, 50 ns, SMB Case	ES2F-E3/52T	Vishay
14	3	D8 D9 D10	250 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diode Inc.
15	1	F1	5 A, 250 V, Fast, Microfuse, Axial	0263005.MXL	Littlefuse
16	2	L1 L2	1.5 mH, 0.250 A, 10%	RL-5480HC-3-1500	Renco
17	1	Q3	NPN, Power BJT, 400 V, 1 A, TO-92	STX13003-AP	ST Micro
18	2	R1 R26	1 k $\Omega$ , 5%, 2 W, Metal Film	FMP200JR-52-1K	Yageo
19	2	R2 R8	130 $\Omega$ , 5%, 1 W, Thick Film, 2512	ERJ-1TYJ131U	Panasonic
20	2	R10 R11	10 k $\Omega$ , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ103V	Panasonic
21	1	R12	510 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ514V	Panasonic
22	2	R13 R14	1.80 M $\Omega$ , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF1804V	Panasonic
23	1	R15	200 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ204V	Panasonic
24	1	R16	100 $\Omega$ , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ101V	Panasonic
25	1	R17	24.9 k $\Omega$ , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF2492V	Panasonic
26	1	R18	133 k $\Omega$ , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF1333V	Panasonic
27	1	R19	6.2 k $\Omega$ , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ622V	Panasonic
28	1	R20	51 $\Omega$ , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ510V	Panasonic
29	1	R21	20 k $\Omega$ , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ203V	Panasonic
30	1	R22	470 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ474V	Panasonic
31	1	R23	470 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, Carbon Film	CFR-25JB-470K	Yageo
32	2	R24 R25	24 k $\Omega$ , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ243V	Panasonic
33	1	R27	301 k $\Omega$ , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF3013V	Panasonic
34	1	RV1	275 V, 23 J, 7 mm, RADIAL	V275LA4P	Littlefuse
35	1	T2	Bobbin, RM5, Vertical, 6 pins	P-501	Pin Shine
36	1	U1	LYTSwitch-4, eSIP-7C	LYT4322E	Power Integrations
37	1	VR2	20 V, 5%, 500 mW, DO-213AA (MELF)	ZMM5250B-7	Diodes, Inc.



## 7 インダクタの仕様

### 7.1 回路図

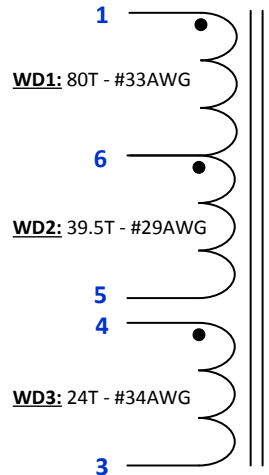


Figure 7 – Inductor Electrical Diagram.

### 7.2 電気仕様

Primary Inductance	Pins 1-5, all other windings open, measured at 100 kHz, 0.4 V <sub>RMS</sub> .	1 mH ±3%
Resonant Frequency	Pins 1-5, all other windings open.	>1 MHz

### 7.3 材料

Item	概要
[1]	Core:RM5/I-3F3 Ferroxcube.
[2]	Bobbin:RM5-Vertical, 6 pins (3/3).AllStar Magnetics P/N:CPV-RM5-1S-6P-G.
[3]	Clip:AllStar Magnetics P/N:CLI/P-RM4/5/I.
[4]	Magnet wire:#33 AWG - Double coated.
[5]	Magnet wire:#29 AWG - Double coated.
[6]	Magnet wire:#34 AWG - Double coated.
[7]	Tape:3M 1298 Polyester Film, 4.5 mm wide, 2.0 mils thick, or equivalent.
[8]	Varnish:Dolph BC-359 or equivalent.



## 7.4 インダクタの構造図

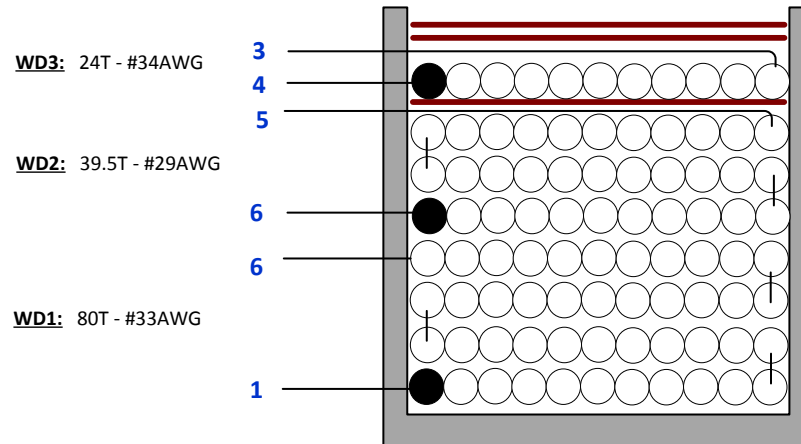


Figure 8 – Inductor Build Diagram.

## 7.5 インダクタ製造仕様

<b>Winding Preparation</b>	Place the bobbin on the mandrel with the pin side is on the left side. Winding direction is clockwise direction.
<b>WD1</b>	Start at pin 1, wind 80 turns of wire item [4] and end at pin 6. Do not put tape in-between layer.
<b>WD2</b>	Start at pin 6, wind 39.5 turns of wire item [5] and end at pin 5.
<b>Insulation</b>	Place 1 layer of tape item [7].
<b>WD3</b>	Start at pin 4, wind 24 turns of wire item [6] from left to right in 1 layer. At the last turn bring the wire back to the left and end at pin 3.
<b>Insulation</b>	Place 2 layers of tape item [7].
<b>Final Assembly</b>	Grind, assemble, and secure core halves with clip item [3]. Varnish with item [7].
<b>Cutting of extra pins</b>	Cut pin 2 of the bobbin as well as the core clip which is closer to pin 5 and pin 6. Do not cut the other clip as this will be soldered onto PCB.



## 8 インダクタの設計計算シート

ACDC_LYTSwitch-4_Buck_102413; Rev.1.0; Copyright Power Integrations 2013	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	ACDC_LYTSwitch_102413: LYTSwitch-4 Buck / Tapped Buck Design Spreadsheet
<b>ENTER APPLICATION VARIABLES</b>					
Topology Selection	Tapped-Buck				
Dimming required	YES		YES		Select "YES" option if dimming is required. Otherwise select "NO".
VACMIN	195.00		195	V	Minimum AC Input Voltage
VACNOM			230	V	Nominal AC Input Voltage
VACMAX			265	V	Maximum AC input voltage
fL			50	Hz	AC Mains Frequency
VO	41.00		41	V	Typical output voltage of LED string at full load
VO_MAX			44	V	Maximum LED string Voltage
VO_MIN			38	V	Minimum LED string Voltage
IO	0.35		0.35	A	Typical full load LED current
PO			14.35	Watts	Output Power
n	0.86		0.86		Estimated efficiency of operation
Feedback System	BIAS		BIAS		BIAS Supply
Bias Voltage			25	V	Bias Voltage
<b>ENTER LYTSwitch VARIABLES</b>					
LYTSwitch	LYT4xx2		LYT4322		Selected LYTSwitch device.
Current Limit Mode	FULL		FULL		Select "RED" for reduced Current Limit mode or "FULL" for Full current limit mode
ILIMITMIN			0.790	A	Minimum current limit
ILIMITMAX			0.920	A	Maximum current limit
fS			132000	Hz	Switching Frequency
fSmin			124000	Hz	Minimum Switching Frequency
fSmax			140000	Hz	Maximum Switching Frequency
IV			80.57	uA	V pin current
Rv			4	M-ohms	Voltage sense resistor
Rref			24.9	k-ohms	Reference Resistor Value
IFB			165	uA	FB pin current (90 uA < IFB < 210 uA)
RFB			133	k-ohms	IFB setting resistor
VDS			10	V	LYTSwitch on-state Drain to Source Voltage
VD			0.5	V	Output Winding Diode Forward Voltage Drop
VDB			0.7	V	Bias Winding Diode Forward Voltage Drop
CBP			4.7	uF	BP pin capacitor
<b>Key Design Parameters</b>					
L_TOTAL	1000.00		1000	uH	Total Inductance
N_RATIO	3.00		3.00		Turns Ratio (Np/Ns). For Buck Topology, N_RATIO=1
KP_VNOM			1.14		Ripple to Peak Current Ratio VACMIN peak)
KP_VMIN			1.11		Ripple to Peak Current Ratio VACMIN peak)
T_ON_MIN			1.91	us	Minimum T_ON at Maximum Input Voltage
Duty_Expected			0.33		Minimum duty cycle at peak of VACMIN
Expected IO			0.35	A	Expected Average Output Current



(average)					
IFB_VO_MAX			179	uA	FB pin current at VO_MAX
IFB_VO_MIN			152	uA	FB pin current at VO_MIN
<b>STRESS PARAMETERS</b>					
VDRAIN			562.77		Peak voltage at the Drain of LYTSwitch (assuming 100V leakage spike)
VDIODE			187.59		Peak voltage across freewheeling diode
IP			0.57	A	Peak Primary Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
ISP			1.71	A	Peak Secondary Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
PIVB			94.06	V	Bias Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage (calculated at VO_MAX, excludes leakage inductance spike)
<b>INPUT CURRENT PARAMETERS</b>					
Iavg			0.07	A	Average Primary Current at VACMIN
IRMS			0.15	A	Primary RMS Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
<b>DC INPUT VOLTAGE PARAMETERS</b>					
VMIN			276	V	Peak input voltage at VACMIN
VMAX			375	V	Peak input voltage at VACMAX
VIN_OVP			495	V	Typical Line Overvoltage Protection Threshold
<b>TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES</b>					
<b>Core Type</b>	<b>RM5/I</b>		RM5/I		Selected Core for inductor
Core		RM5/I		P/N:	RM5/I-3F3
Bobbin		RM5/I_BOBBIN		P/N:	CSV-RM5-1S-6P-G
AE			0.248	cm <sup>2</sup>	Core Effective Cross Sectional Area
LE			2.32	cm	Core Effective Path Length
AL			1700	nH/T <sup>2</sup>	Ungapped Core Effective Inductance
BW			4.68	mm	Bobbin Physical Winding Width
M			0	mm	Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance)
NLAYER_PRI	4.00		4		Number of Primary Layers
NLAYER_SEC	3.00		3		Number of Secondary Layers
<b>TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS</b>					
L_TOTAL			1000	uH	Total Inductance
N_RATIO			3		Turns Ratio (Np/Ns). For Buck Topology, N_RATIO=1
N_TOTAL	120.00		120		Total Number of Turns (primary + secondary)
NS			40		Secondary winding turns
NB			24		Bias number of turns
ALG			69	nH/T <sup>2</sup>	Gapped Core Effective Inductance
BM			2047	Gauss	Maximum Flux Density at PO, VMIN (BM<3000)
BP			3091	Gauss	Peak Flux Density (BP<4200)
BAC			1024	Gauss	AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak)
ur			1266		Relative Permeability of Ungapped Core
LG			0.43	mm	Gap Length (Lg > 0.1 mm)
BWE			18.72	mm	Effective Bobbin Width



OD			0.23	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.05	mm	Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			0.19	mm	Bare conductor diameter
AWG			33	AWG	Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			51	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils
CMA			347	Cmils/Amp	Primary Winding Current Capacity (200 < CMA < 500)
<b>TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS</b>					
<b>Lumped parameters</b>					
ISP			1.71	A	Peak Secondary Current
ISRMS			0.59	A	Secondary RMS Current
BWES			14.04	mm	Effective Bobbin Width
ODS			0.35	mm	Secondary Maximum Outside Diameter
INSS			0.06	mm	Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIAS			0.29	mm	Secondary Minimum Bare Conductor Diameter
AWGS			29.00	AWG	Secondary Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG value)
CMS			128.00	Cmils	Secondary Bare Conductor minimum circular mils
CMAS			210.68	Cmils/Amp	Secondary Winding Current Capacity (200 < CMAS < 500)
<b>Estimated Input Current Harmonic Analysis</b>					
<b>Harmonic</b>			<b>Max Current (mA)</b>	<b>Limit (mA)</b>	
1st Harmonic			69.64	N/A	Fundamental (mA)
3rd Harmonic			12.34	56.73	PASS. 3rd Harmonic current content is lower than the limit
5th Harmonic			2.57	31.70	PASS. 5th Harmonic current content is lower than the limit
7th Harmonic			0.90	16.69	PASS. 7th Harmonic current content is lower than the limit
9th Harmonic			2.28	8.34	PASS. 9th Harmonic current content is lower than the limit
11th Harmonic			2.70	5.84	PASS. 11th Harmonic current content is lower than the limit
13th Harmonic			2.61	4.94	PASS. 13th Harmonic current content is lower than the limit
15th Harmonic			2.24	4.28	PASS. 15th Harmonic current content is lower than the limit
THD			19.5	%	Estimated total Harmonic Distortion (THD)



## 9 性能データ

All measurements performed at room temperature using an LED load. The following data was taken measured using 3 sets of loads representing a load range of 38 V to 44 V (output voltage). Refer to the table in Section 9.6 for complete test data values.

### 9.1 効率

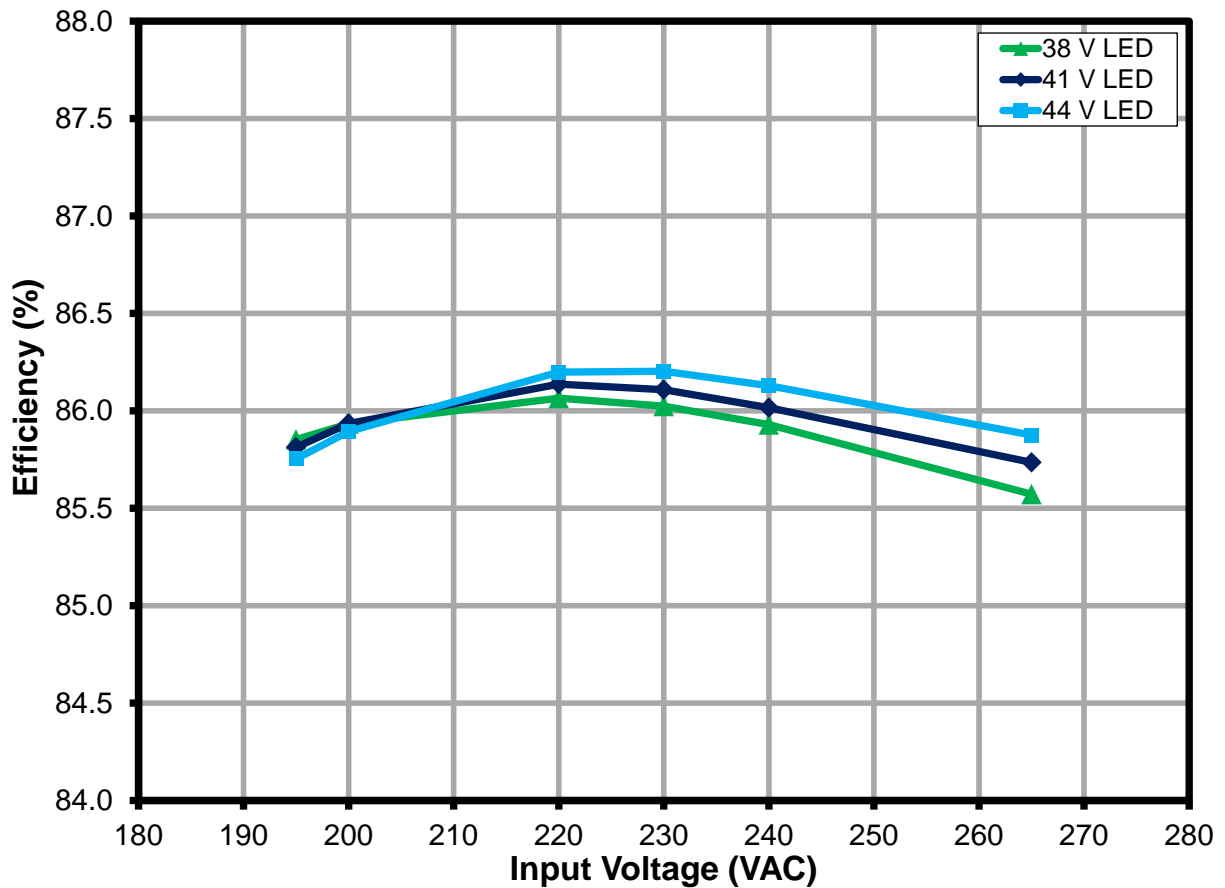


Figure 9 – Efficiency vs. Line and Load



### 9.2 入力及び負荷レギュレーション

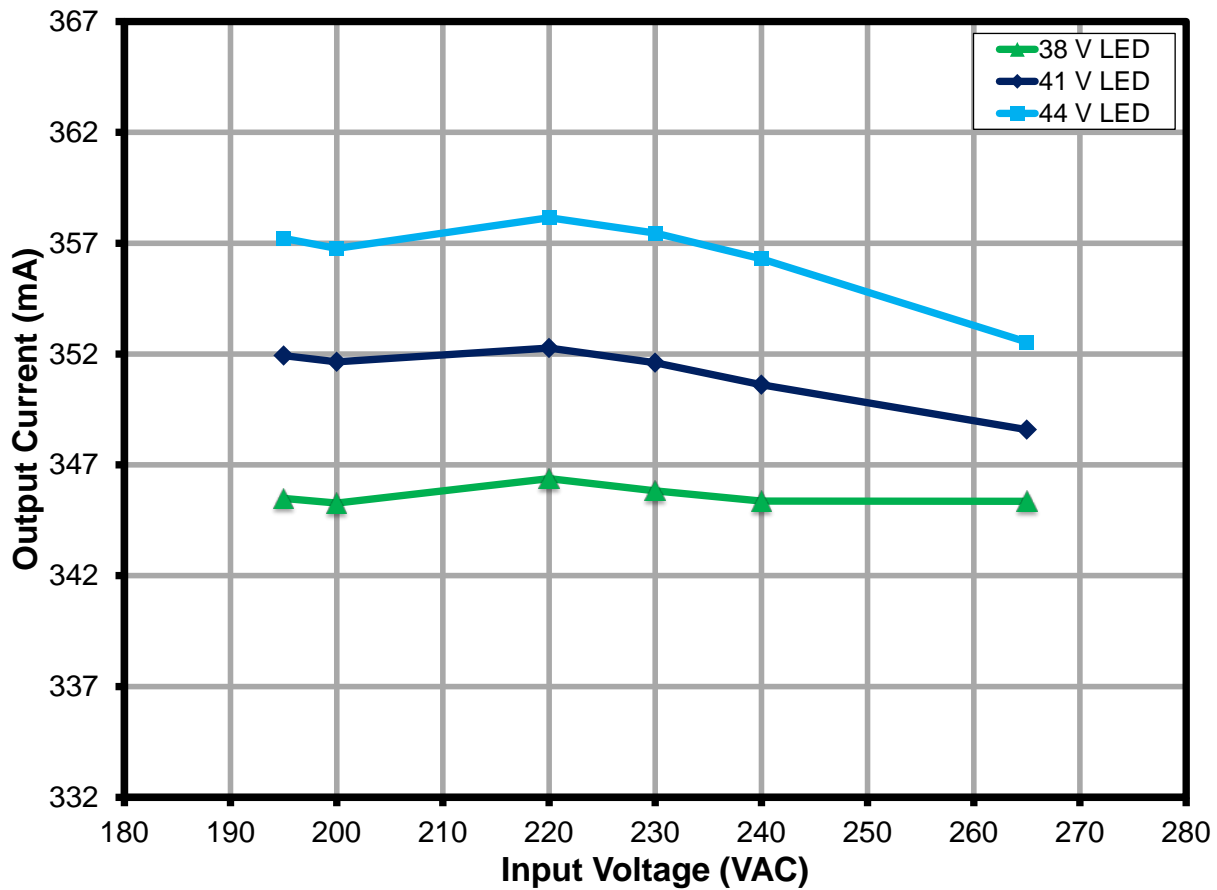


Figure 10 – Regulation vs. Line and Load



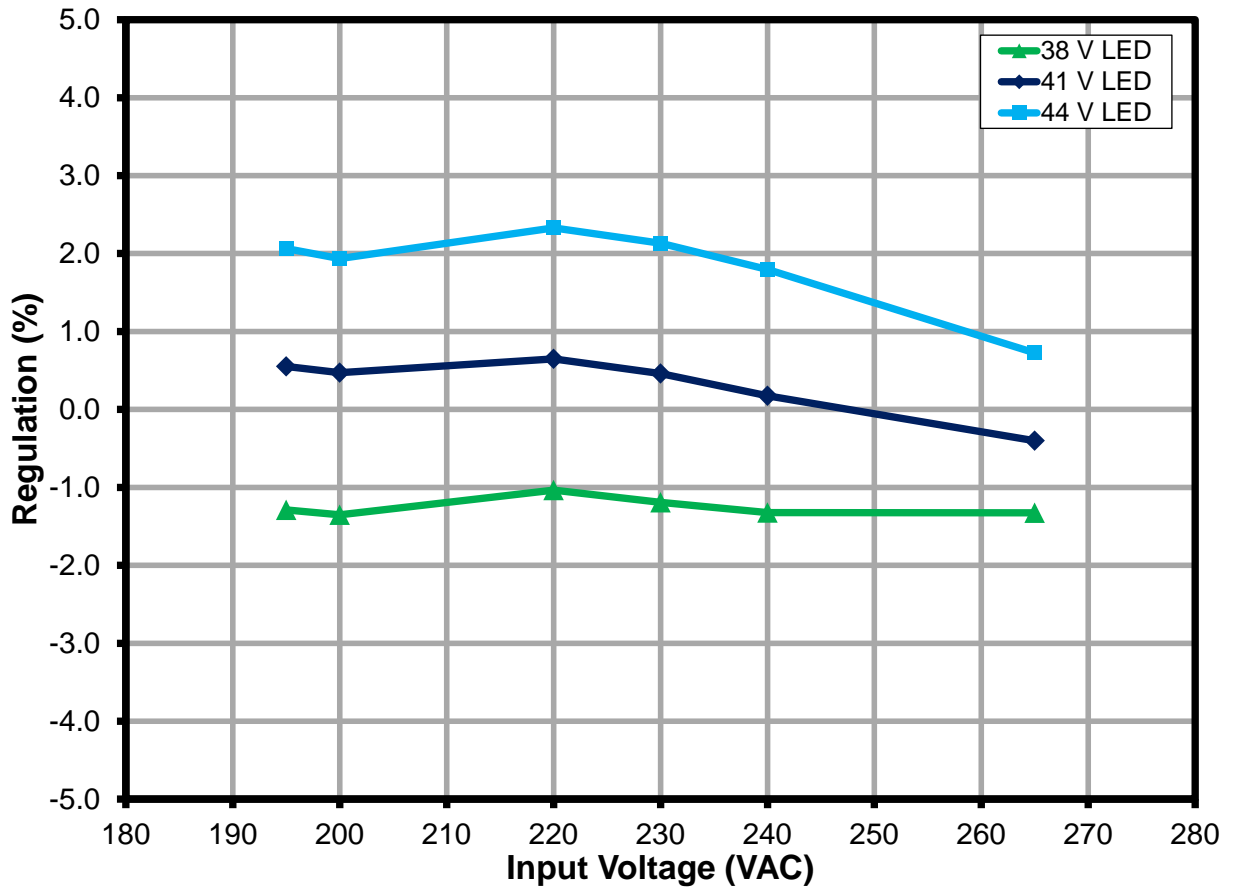


Figure 11 – % Regulation vs. Line and Load.

9.3 力率

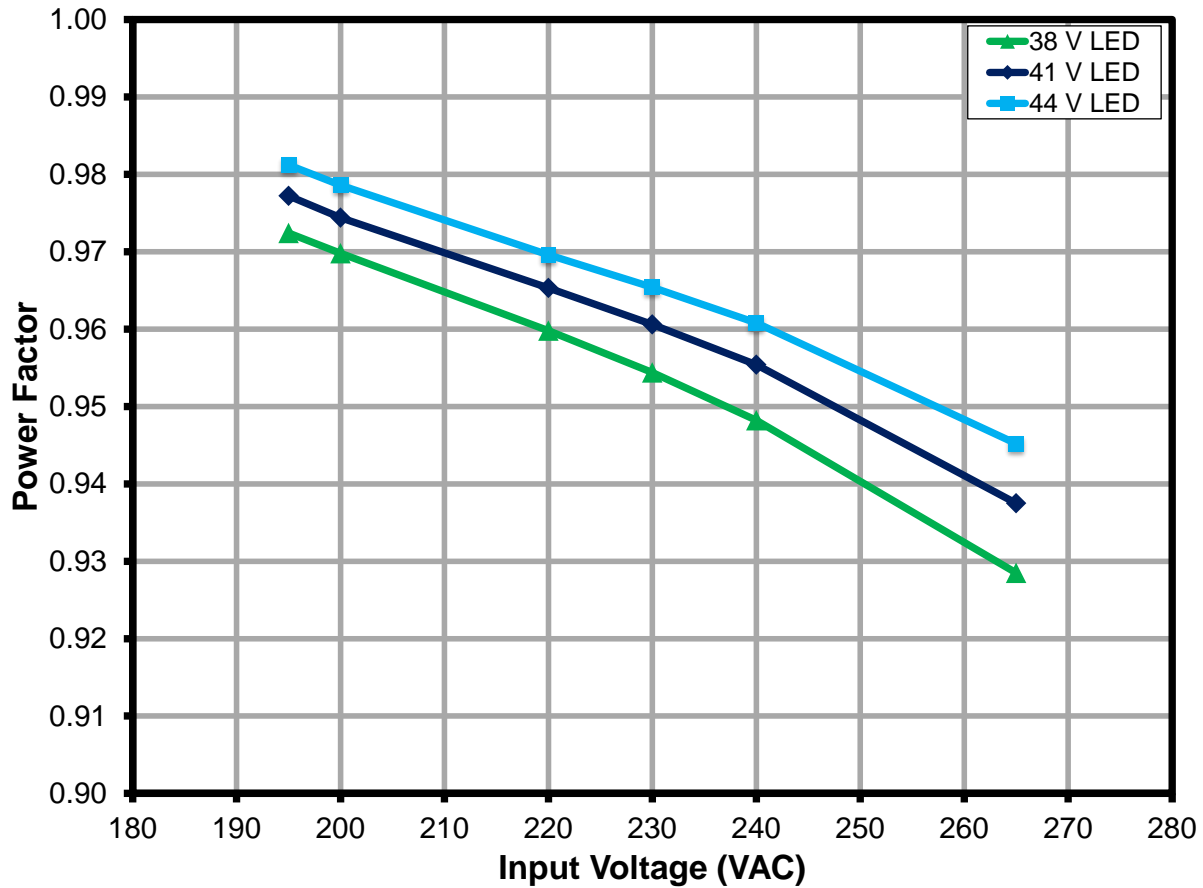


Figure 12 – Power Factor vs. Line and Load.





### 9.4 A-THD

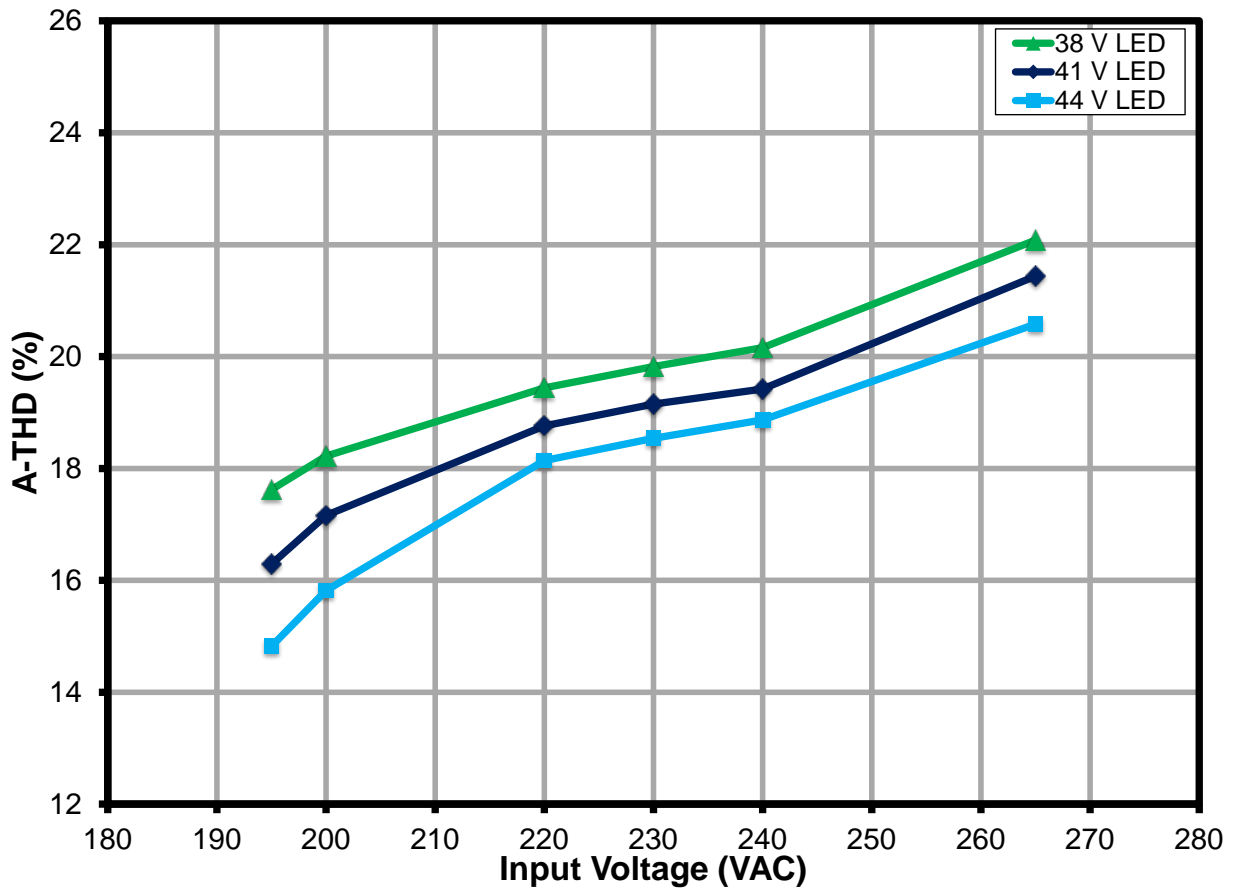


Figure 13 – A-THD vs. Line and Load.



### 9.5 高調波成分

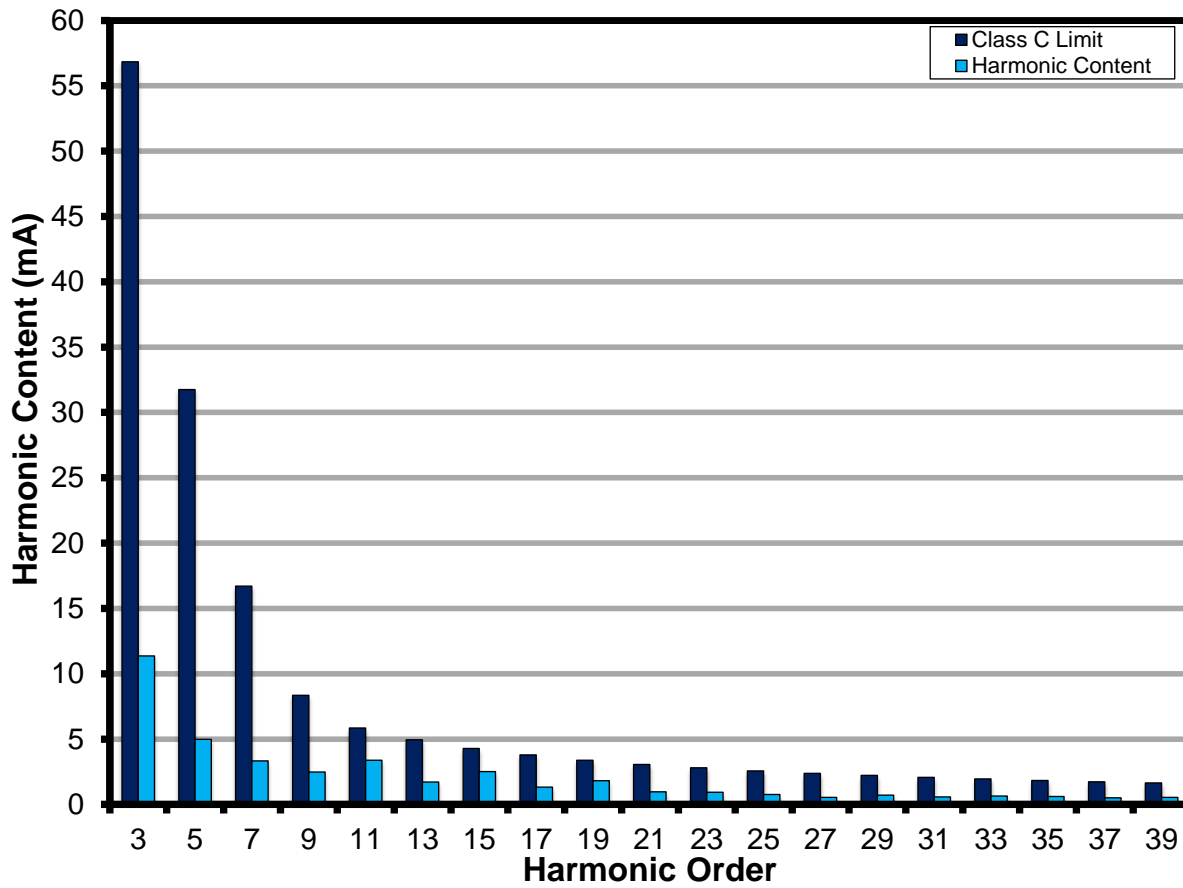


Figure 14 – 41 V LED Load Input Current Harmonics at 230 VAC, 50 Hz.



## 9.6 試験データ

All measurements were taken with the board at open frame, 25 °C ambient, and 50 Hz line frequency.

### 9.6.1 38 V LED 負荷時のデータ

入力		Input Measurement					Load Measurement				
VAC (V <sub>RMS</sub> )	Freq (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	Efficiency (%)	% Reg
195	50	194.94	80.88	15.332	0.972	17.62	38.0540	345.490	13.163	85.85	-1.29
200	50	199.92	78.92	15.300	0.970	18.22	38.0350	345.270	13.148	85.93	-1.35
220	50	219.98	72.56	15.322	0.960	19.44	38.0270	346.380	13.187	86.07	-1.03
230	50	229.93	69.71	15.298	0.954	19.82	38.0100	345.830	13.160	86.02	-1.19
240	50	239.97	67.19	15.288	0.948	20.16	37.9940	345.370	13.137	85.93	-1.32
265	50	264.94	62.38	15.346	0.929	22.0800	37.9820	345.360	13.132	85.57	-1.33

### 9.6.2 41 V LED 負荷時のデータ

入力		Input Measurement					Load Measurement				
VAC (V <sub>RMS</sub> )	Freq (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	Efficiency (%)	% Reg
195	50	194.94	88.26	16.812	0.977	16.29	40.9500	351.930	14.427	85.81	0.55
200	50	199.92	86.06	16.766	0.974	17.16	40.9270	351.650	14.408	85.94	0.47
220	50	219.98	78.88	16.750	0.965	18.76	40.9130	352.270	14.428	86.14	0.65
230	50	229.93	75.68	16.715	0.961	19.15	40.8920	351.610	14.393	86.11	0.46
240	50	239.96	72.74	16.676	0.955	19.42	40.8690	350.610	14.344	86.02	0.17
265	50	264.94	66.92	16.622	0.938	21.4400	40.8400	348.590	14.251	85.74	-0.40

### 9.6.3 44 V LED 負荷時のデータ

入力		Input Measurement					Load Measurement				
VAC (V <sub>RMS</sub> )	Freq (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	Efficiency (%)	% Reg
195	50	194.94	95.20	18.209	0.981	14.82	43.6670	357.220	15.615	85.75	2.06
200	50	199.92	92.76	18.148	0.979	15.82	43.6470	356.770	15.588	85.89	1.93
220	50	219.98	85.10	18.151	0.970	18.14	43.6410	358.150	15.646	86.20	2.33
230	50	229.93	81.57	18.106	0.965	18.54	43.6210	357.460	15.608	86.20	2.13
240	50	239.96	78.30	18.052	0.961	18.87	43.5980	356.290	15.548	86.13	1.80
265	50	264.94	71.47	17.898	0.945	20.5800	43.5590	352.540	15.370	85.88	0.73



## 10 調光性能データ

TRIAC dimming results were taken with input voltage of 230 VAC, 50 Hz line frequency, room temperature, and nominal 41 V LED load.

### 10.1 リーディング エッジ調光器を使用した場合の調光カーブ

Taken using programmable AC source providing leading edge chopped AC input

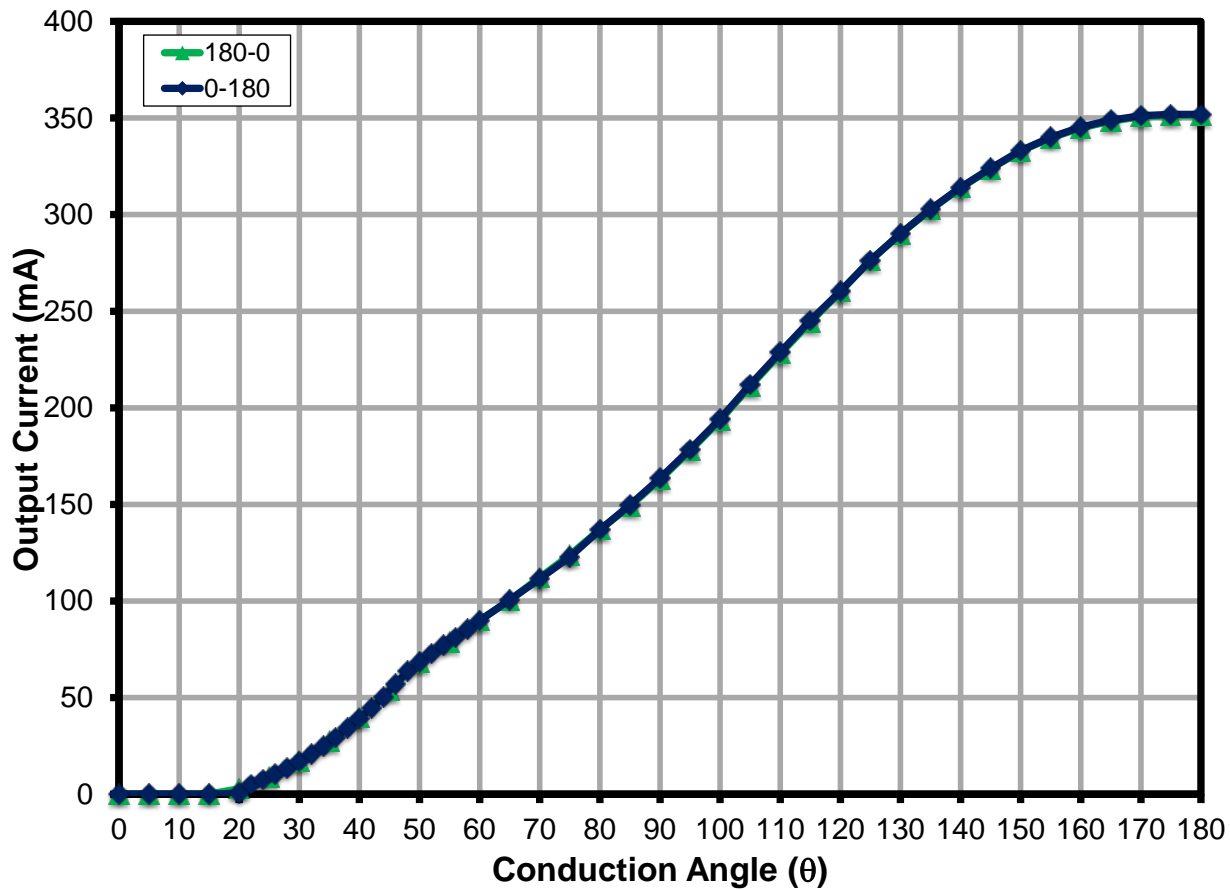


Figure 15 – Leading Edge Dimming Characteristics.



## 10.2 調光器の互換性リスト

The unit was tested with the following high-line dimmers at 230 VAC, 50 Hz input and 41 V LED load and using Agilent 6812B AC source.

Chinese Dimmers	Type	Maximum Setting I <sub>OUT</sub> (mA)	Minimum Setting I <sub>OUT</sub> (mA)	Dim Ratio
TCL 630 W	L	345	15	23
SEN BO LANG 300W	L	345	55	6
EBA HUANG	L	345	3	115
SB ELECT 600 W	L	334	3	115
MYONGBO	L	346	49	7
KBE 650W	L	345	4	86
CLIPMEI	L	345	3	115
MANK 200 W	L	346	63	5
<b>Italian Dimmers</b>				
RELCO RM34DMA 160W	L	341	38	9
RELCO RTM34LED DAXS 500W	L	276	25	11
RELCO RM34DMA 500W	L	346	48	7
RELCO RTS34.43 RLI 300W	L	346	9	38
RELCO RT34DSL 500W	L	347	45	8
MATIX AM5702 500W	L	277	58	5
<b>Korean Dimmers</b>				
SHIN SUNG 500W	L	343	71	5
FANTASIA 500W	L	340	84	4
SHIN SUNG	L	345	53	7
<b>EU Dimmers</b>				
NIKO 310-013	L	338	40	8
NIKO 310-014	L	338	62	5
NIKO-310-016	L	335	55	6
BERKER 2830 10	L	323	46	7
JUNG 225 NV DE	L	319	21	15
JUNG 266 G DE	L	323	35	9
BUSCH 2200 UJ-212	L	321	52	6
BUSCH 2250 U	L	330	23	14
BUSCH 2247 U	L	323	47	7
GIRA 2262 00 / IO1	L	325	14	23
GIRA 0300 00 / IO1	L	320	57	6
GIRA 0302 00 / IO1	L	324	37	9
BUSCH 2250	L	330	27	12
MERTEN 572499	L	339	12	28
BERKER 2875 600 W	L	324	34	10
KOPP 8033	L	301	33	9
<b>Australian Dimmers</b>				
32E450LM	L	306	4	77
32E450TM	T	311	34	9
32E2CFLDM	T	307	32	10
32E450UDM	T	326	45	7
<b>Trailing Edge Dimmers</b>				
PEHA 433HAB	T	316	90	4



PEHA 433HAB oA	T	285	50	6
BUSCH 6513	T	341	99	3
BUSCH 6591U-101	T	330	93	4
GIRA 1176	T	330	109	3
NIKO 310-017	T	307	76	4

**Figure 16** – Compatibility List.



## 11 熱特性

### 11.1 オープン フレーム測定

Images captured after running for >30 minutes at room temperature (25 °C), open frame for the conditions specified.

#### 11.1.1 非調光時 $V_{IN} = 195 \text{ VAC}$ 、50 Hz (41 V LED 負荷)

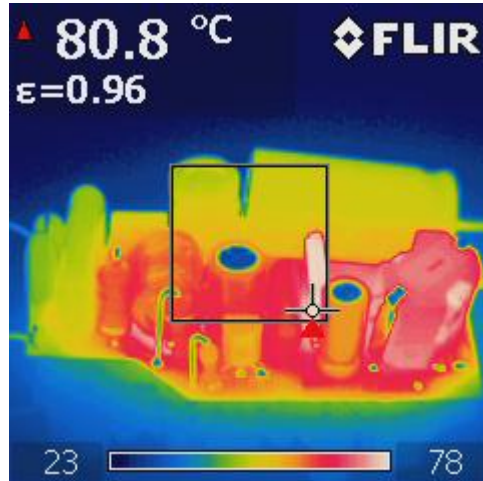


Figure 17 – Top Side.  
U1-LYT4322E:80.8 °C.

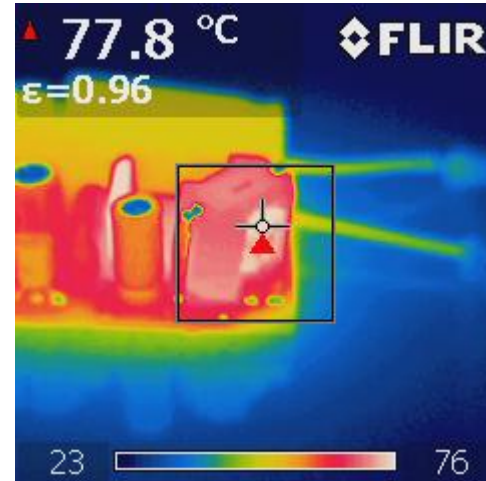


Figure 18 – Top Side.  
T2:77.8 °C.

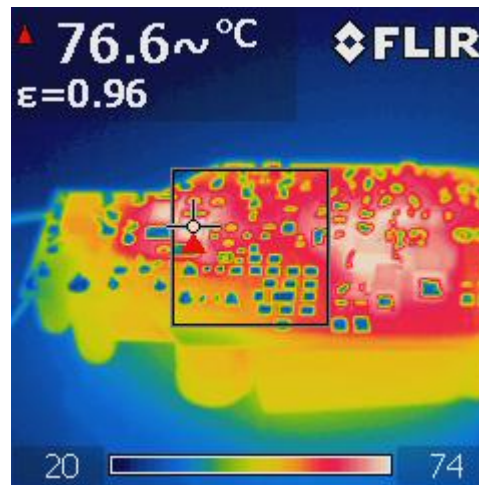


Figure 19 – Bottom Side.  
PCB:76.6 °C.



11.1.2 非調光時  $V_{IN} = 265 \text{ VAC}$ 、50 Hz (41 V LED 負荷)

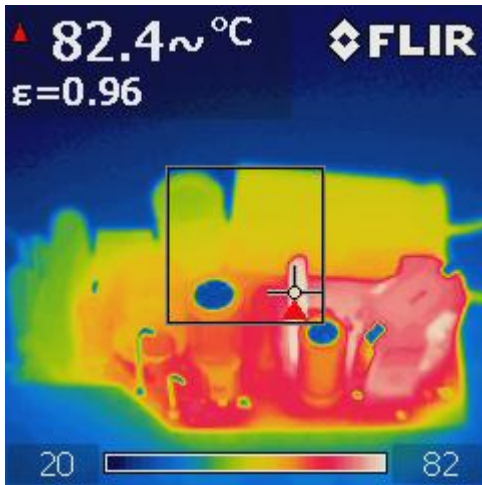


Figure 20 – Top Side.  
U1-LYT4322E:82.4 °C.

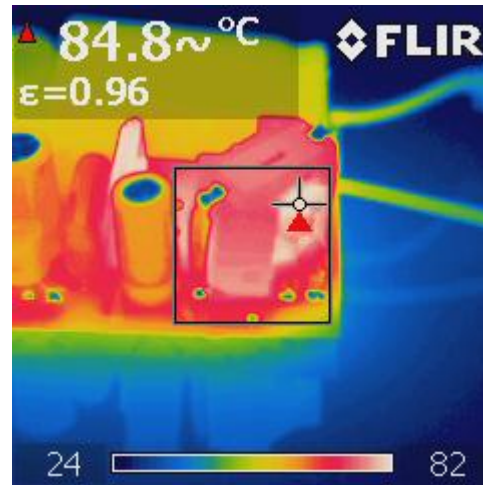


Figure 21 – Top Side, Inductor.  
T2:84.8 °C.

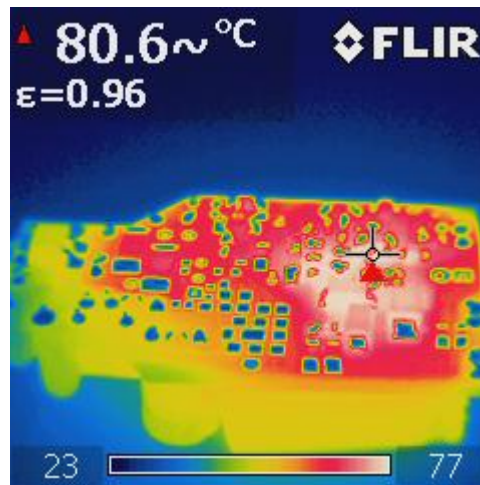


Figure 22 – Bottom Side.  
PCB:80.6 °C.

11.2 実際のLED 筐体における温度測定



Figure 23 – Actual LED Enclosure Used in Thermal Verification.

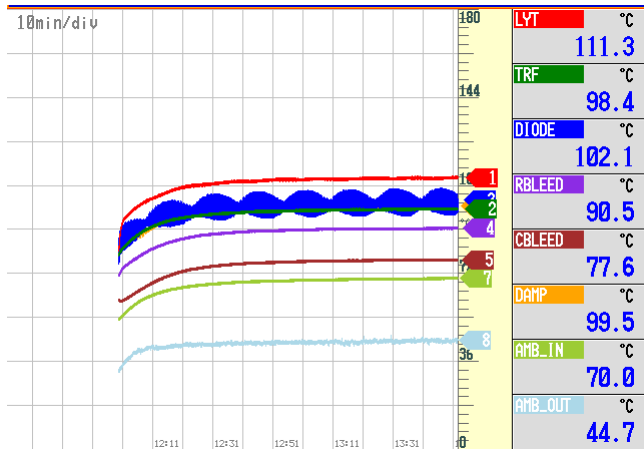


Figure 24 –  $V_{IN} = 195$  VAC, Non-Dimming.

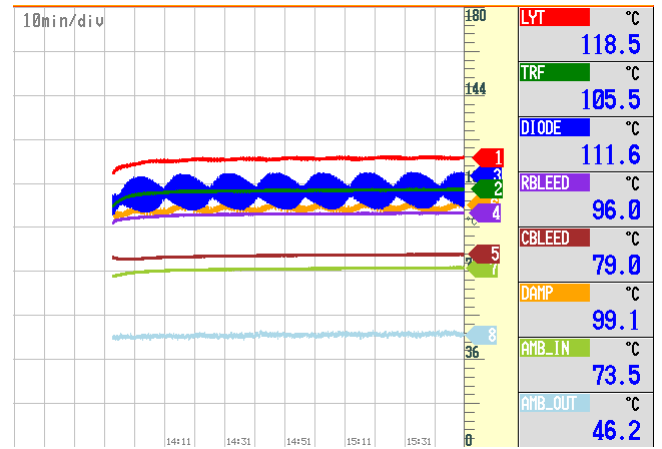


Figure 25 –  $V_{IN} = 265$  VAC, Non-Dimming.

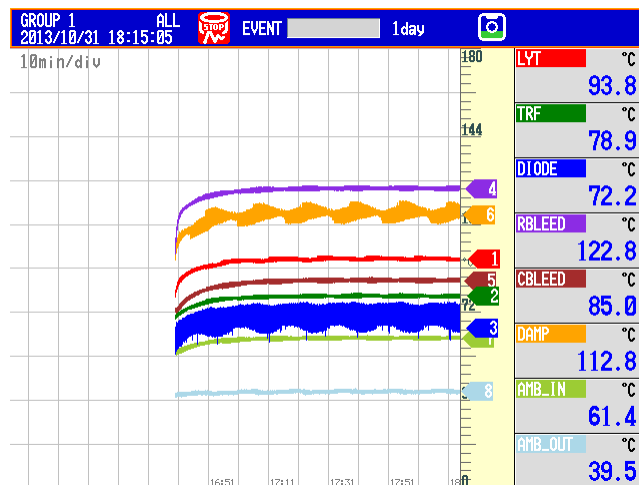
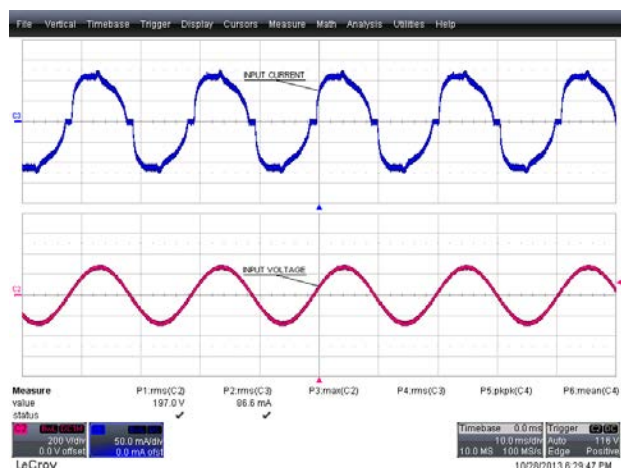


Figure 26 –  $V_{IN} = 230$  VAC, Dimming at 90° Conduction Angle.

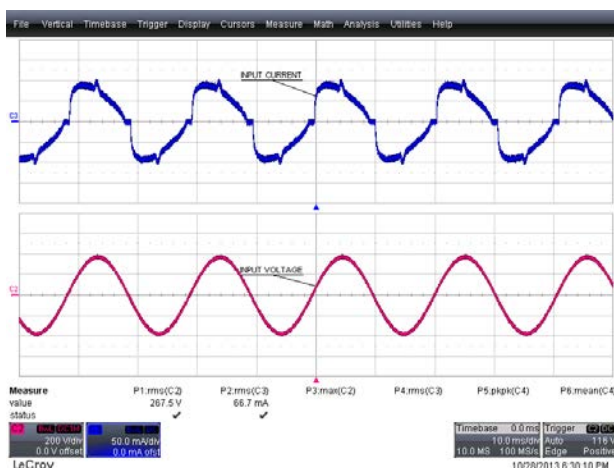


## 12 非調光時の波形

### 12.1 入力電圧と入力電流の波形

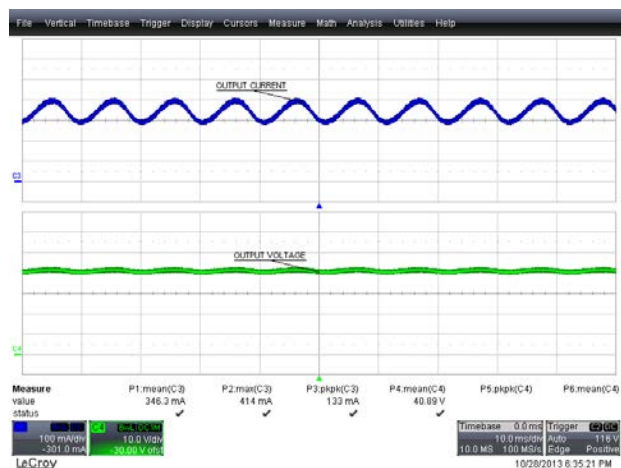


**Figure 27** – 195 VAC, Full Load.  
 Upper:  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 10 ms / div.

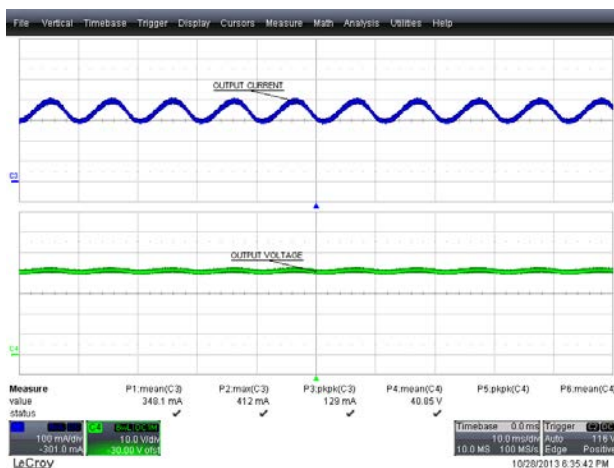


**Figure 28** – 265 VAC, Full Load.  
 Upper:  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 10 ms / div.

### 12.2 通常動作時の出力電圧と出力電流



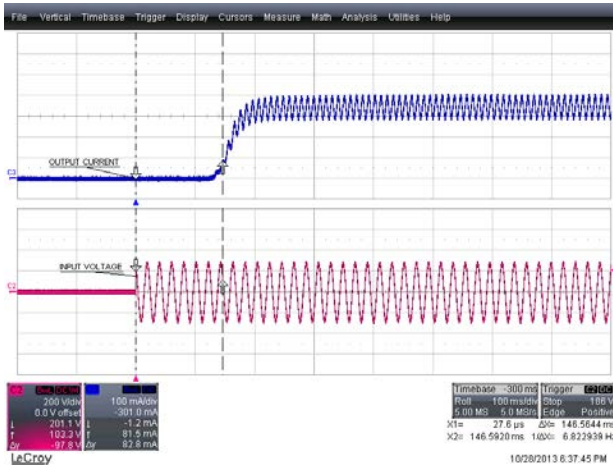
**Figure 29** – 195 VAC, 50 Hz Full Load.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{OUT}$ , 10 V, 10 ms / div.



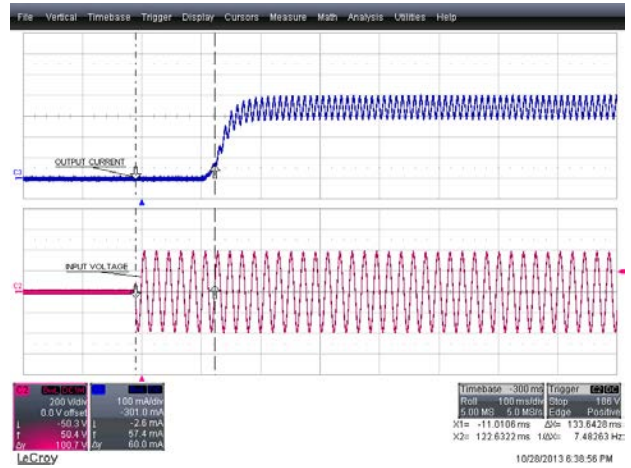
**Figure 30** – 265 VAC, 50 Hz Full Load.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{OUT}$ , 10 V, 10 ms / div.



### 12.3 起動時の入力電圧と出力電流の波形

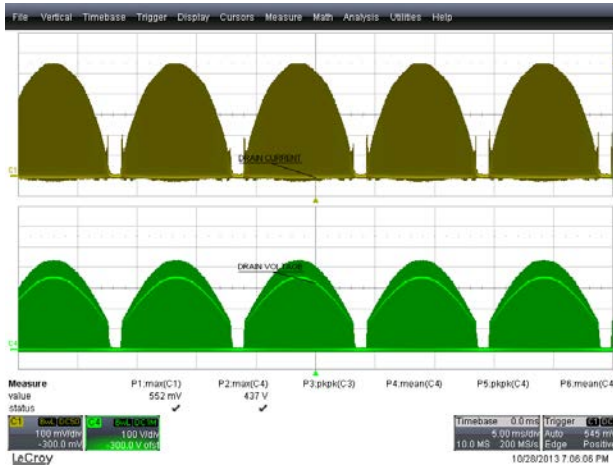


**Figure 31** – 195 VAC, 50 Hz.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 100 ms / div.  
 Start-up Time: 146 ms

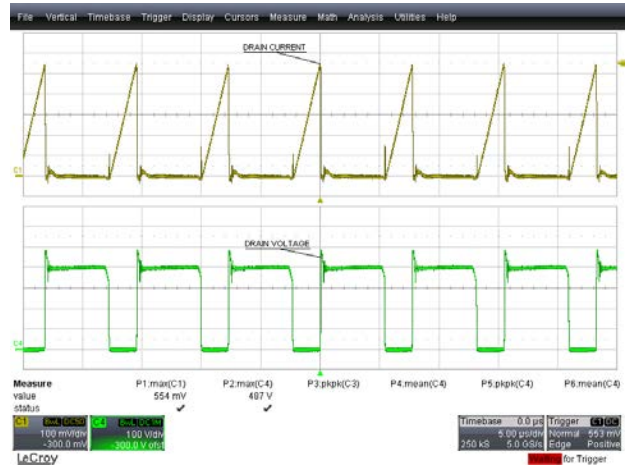


**Figure 32** – 265 VAC, 50 Hz.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 100 ms / div.  
 Start-up Time: 133 ms

### 12.4 通常動作時のドレイン電圧とドレイン電流

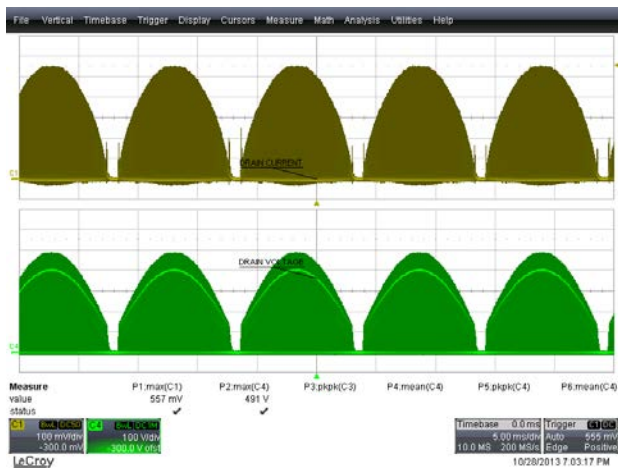


**Figure 33** – 195 VAC, 50 Hz.  
 Upper:  $I_{DRAIN}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 5 ms / div.

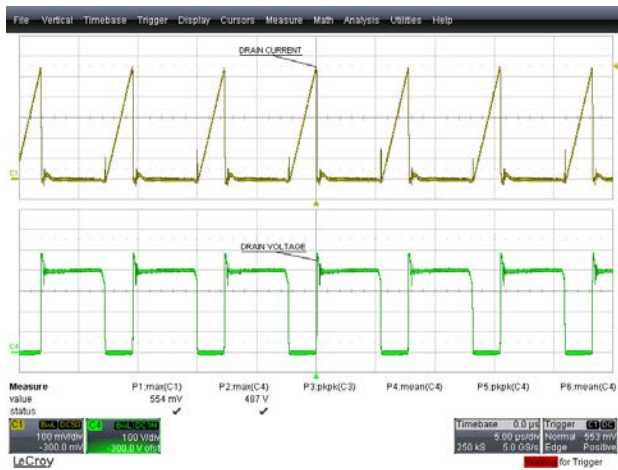


**Figure 34** – 195 VAC, 50 Hz.  
 Upper:  $I_{DRAIN}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V / div., 5  $\mu$ s / div.

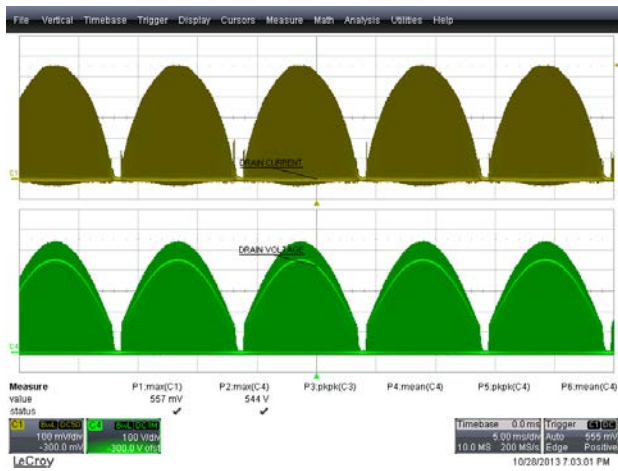




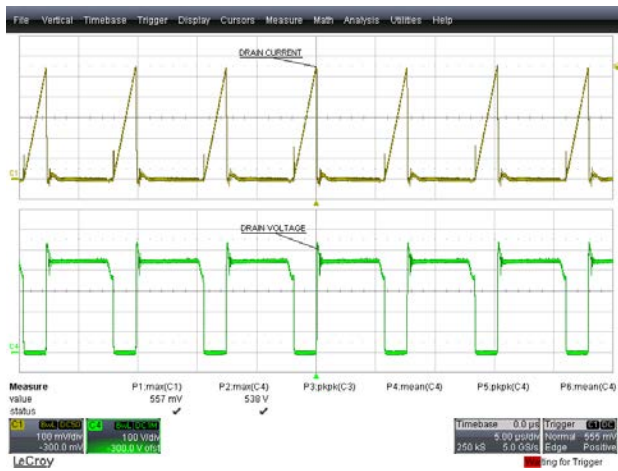
**Figure 35** – 230 VAC, 50 Hz.  
 Upper:  $I_{DRAIN}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 5 ms / div.



**Figure 36** – 230 VAC, 50 Hz.  
 Upper:  $I_{DRAIN}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V / div., 5  $\mu$ s / div.



**Figure 37** – 265 VAC, 50 Hz.  
 Upper:  $I_{DRAIN}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 5 ms / div.

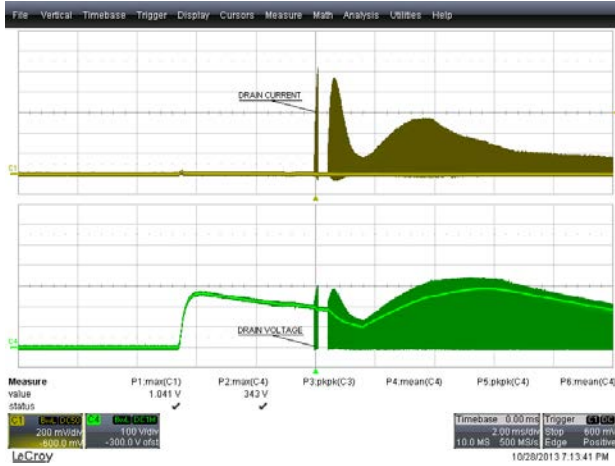


**Figure 38** – 265 VAC, 50 Hz.  
 Upper:  $I_{DRAIN}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V / div., 5  $\mu$ s / div.

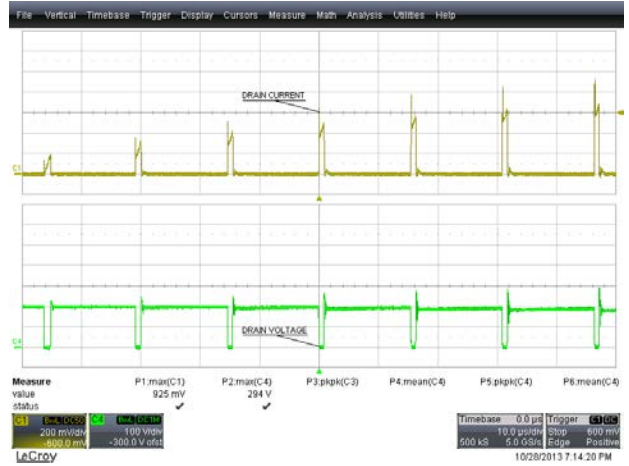




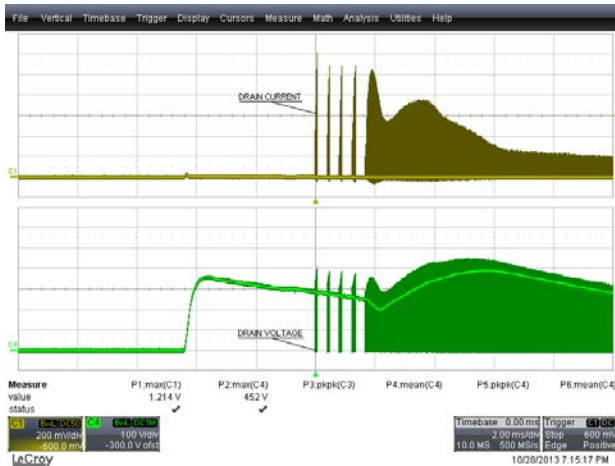
### 12.5 起動時のドレイン電圧とドレイン電流



**Figure 39** – 195 VAC, 50 Hz Start-up.  
Upper:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA / div.  
Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 2 ms / div.



**Figure 40** – 195 VAC, 50 Hz Start-up.  
Upper:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA / div.  
Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 10 μs / div.



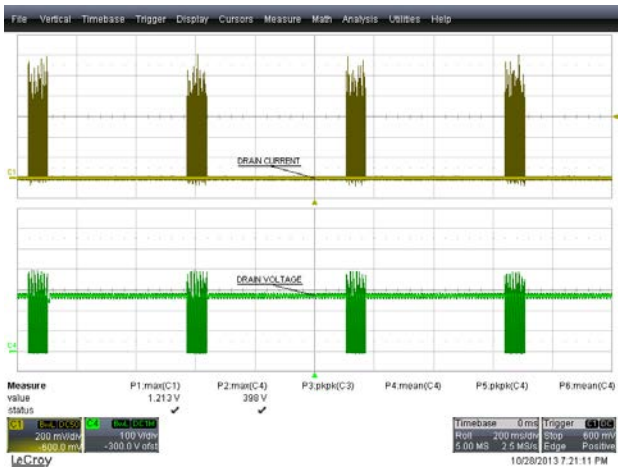
**Figure 41** – 265 VAC, 50 Hz Start-up.  
Upper:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA / div.  
Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 2 ms / div.



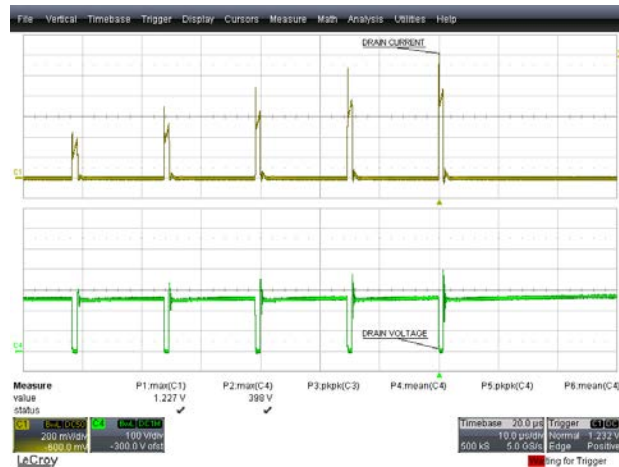
**Figure 42** – 265 VAC, 50 Hz Start-up.  
Upper:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA / div.  
Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 10 μs / div.



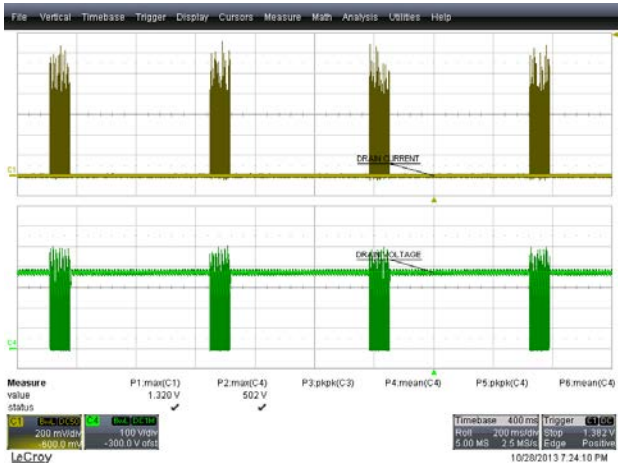
### 12.6 出力短絡時のドレイン電流、及びドレイン電圧



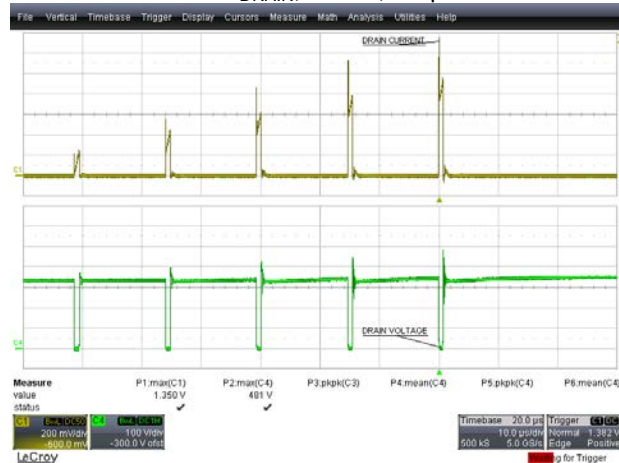
**Figure 43** – 195 VAC, 50 Hz Output Short Condition.  
Upper:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA / div.  
Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 200 ms / div.



**Figure 44** – 195 VAC, 50 Hz Output Short Condition.  
Upper:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA / div.  
Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 10  $\mu$ s / div.



**Figure 45** – 265 VAC, 50 Hz Output Short Condition.  
Upper:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA / div.  
Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 200 ms / div.



**Figure 46** – 265 VAC, 50 Hz Output Short Condition.  
Upper:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA / div.  
Lower:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 10  $\mu$ s / div.



12.7 出力ダイオード電流及び電圧の波形

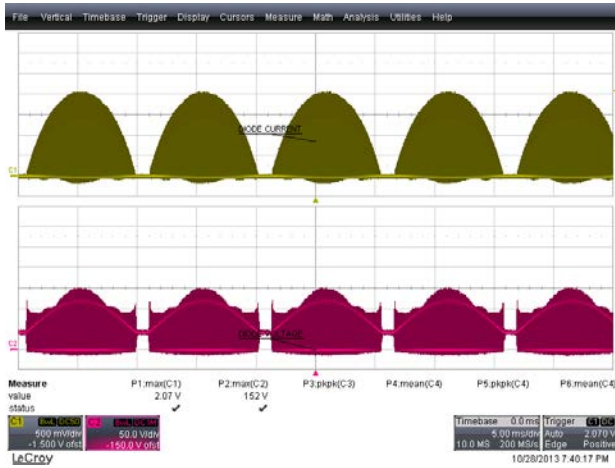


Figure 47 – 195 VAC, 50 Hz.  
Upper:  $I_{D7}$ , 0.5 A / div.  
Lower:  $V_{D7}$ , 50 V, 5 ms / div.

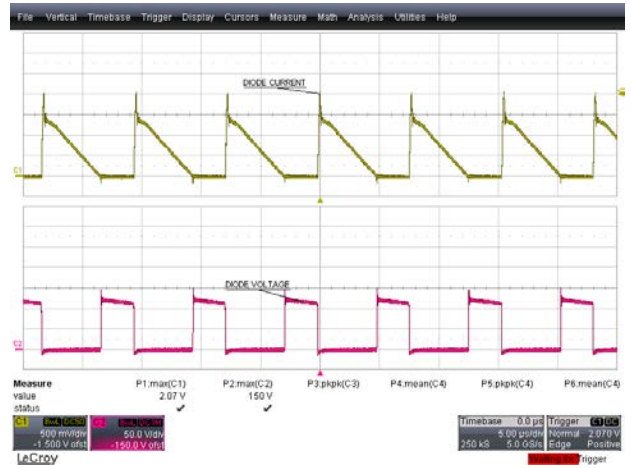


Figure 48 – 195 VAC, 50 Hz.  
Upper:  $I_{D7}$ , 0.5 A / div.  
Lower:  $V_{D7}$ , 50 V / div., 5  $\mu$ s / div.

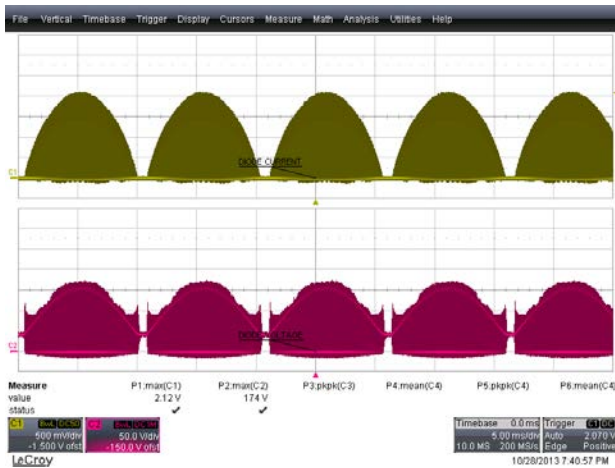


Figure 49 – 265 VAC, 50 Hz.  
Upper:  $I_{D7}$ , 0.5 A / div.  
Lower:  $V_{D7}$ , 50 V, 5 ms / div.

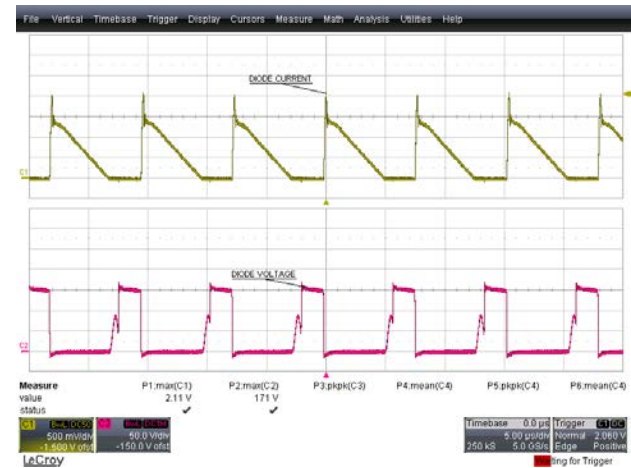


Figure 50 – 265 VAC, 50 Hz.  
Upper:  $I_{D7}$ , 0.5 A / div.  
Lower:  $V_{D7}$ , 50 V / div., 5  $\mu$ s / div.





### 12.8 出力ダイオード電流及び電圧の起動波形



Figure 51 – 195 VAC, 50 Hz.  
Upper:  $I_{D7}$ , 1 A / div.  
Lower:  $V_{D7}$ , 50 V, 2 ms / div.



Figure 52 – 265 VAC, 50 Hz.  
Upper:  $I_{D7}$ , 1 A / div.  
Lower:  $V_{D7}$ , 50 V / div., 2 ms / div.

### 12.9 出力ダイオード電流及び電圧の短絡波形



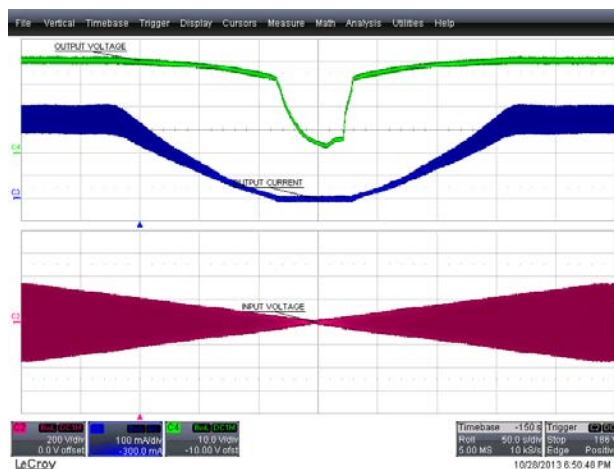
Figure 53 – 195 VAC, 50 Hz.  
Upper:  $I_{D7}$ , 1 A / div.  
Lower:  $V_{D7}$ , 50 V, 200 ms / div.



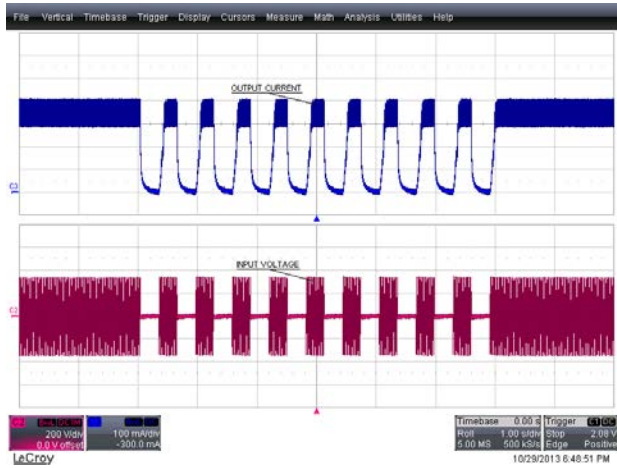
Figure 54 – 265 VAC, 50 Hz.  
Upper:  $I_{D7}$ , 1 A / div.  
Lower:  $V_{D7}$ , 50 V / div., 200 ms / div.



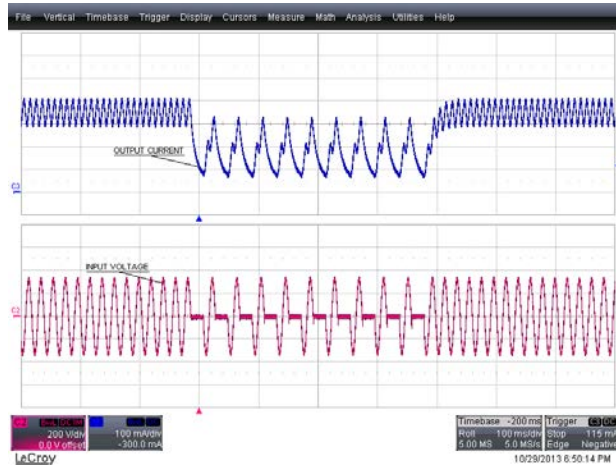
## 12.10 停止

**Figure 55** – 230 VAC, 50 Hz.CH4:  $V_{OUT}$ , 10 V / div.CH3:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.CH2:  $V_{IN}$ , 200 V / div.

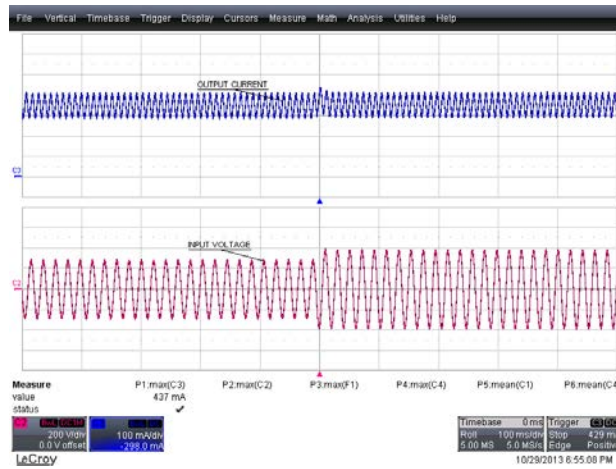
### 12.11 入力過渡



**Figure 56** – 230 VAC, 50 Hz.  
 300 ms ON, 300 ms OFF.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V / div, 1 s / div.



**Figure 57** – 230 VAC, 50 Hz.  
 20 ms ON, 20 ms OFF.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V / div, 100 ms / div.

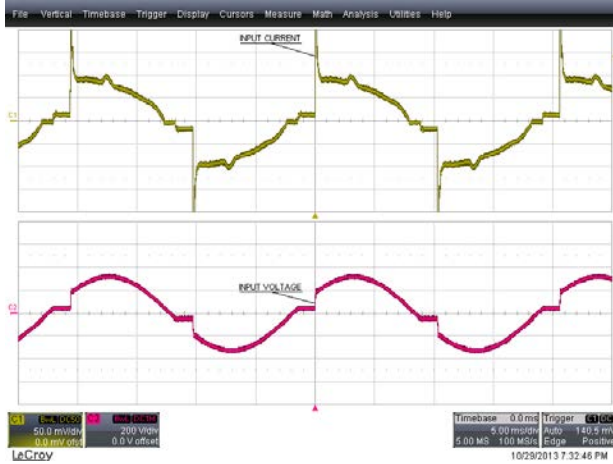


**Figure 58** – 195 V to 265 V Step.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 100 ms / div.

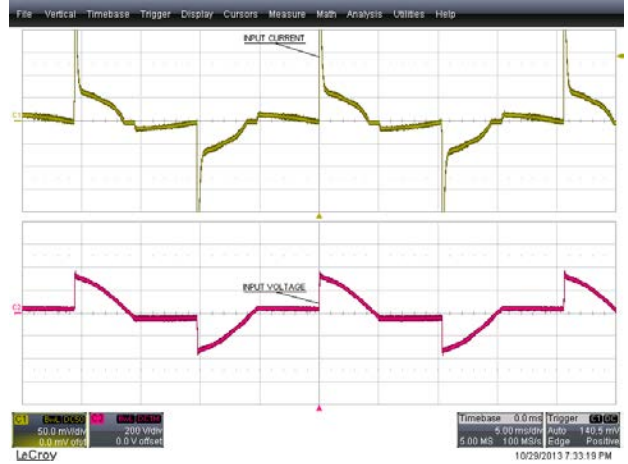
### 13 調光時の波形

#### 13.1 入力電圧と入力電流の波形

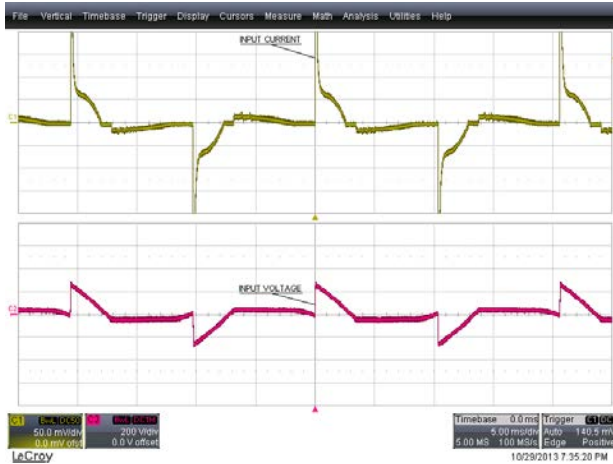
Input: 230 VAC, 50 Hz  
 Output: 41 V LED Load  
 Dimmer: BUSCH 2250 600 W



**Figure 59** – 160° Conduction Angle.  
 Upper:  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 5 ms / div.



**Figure 60** – 90° Conduction Angle.  
 Upper:  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 5 ms / div.



**Figure 61** – 60° Conduction Angle.  
 Upper:  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 5 ms / div.



**Figure 62** – 45° Conduction Angle.  
 Upper:  $I_{IN}$ , 50 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 5 ms / div.

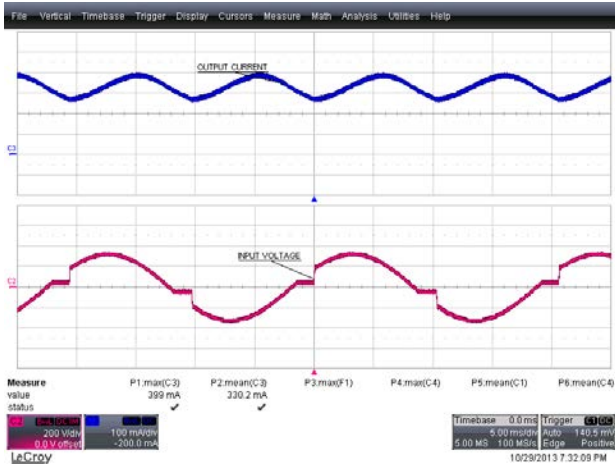


### 13.2 出力電流の波形

Input:230 VAC, 50 Hz

Output:41 V LED Load

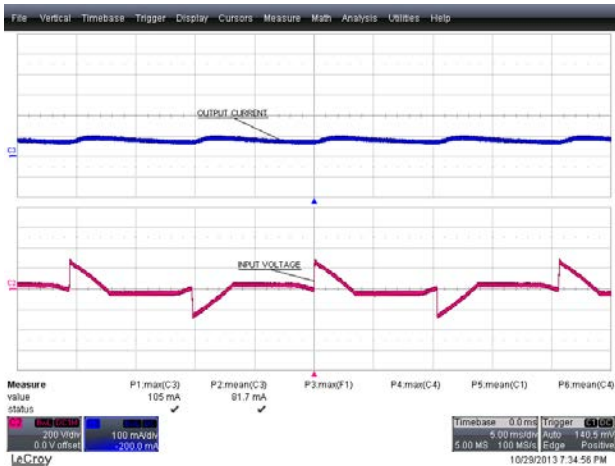
Dimmer:BUSCH 2250 600 W



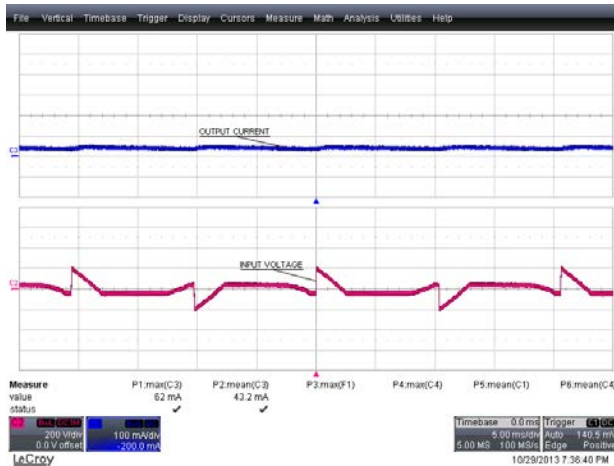
**Figure 63** – 160° Conduction Angle.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 5 ms / div.



**Figure 64** – 90° Conduction Angle.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 5 ms / div.



**Figure 65** – 60° Conduction Angle.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 5 ms / div.



**Figure 66** – 45° Conduction Angle.  
 Upper:  $I_{OUT}$ , 100 mA / div.  
 Lower:  $V_{IN}$ , 200 V, 5 ms / div.





## 14 伝導 EMI

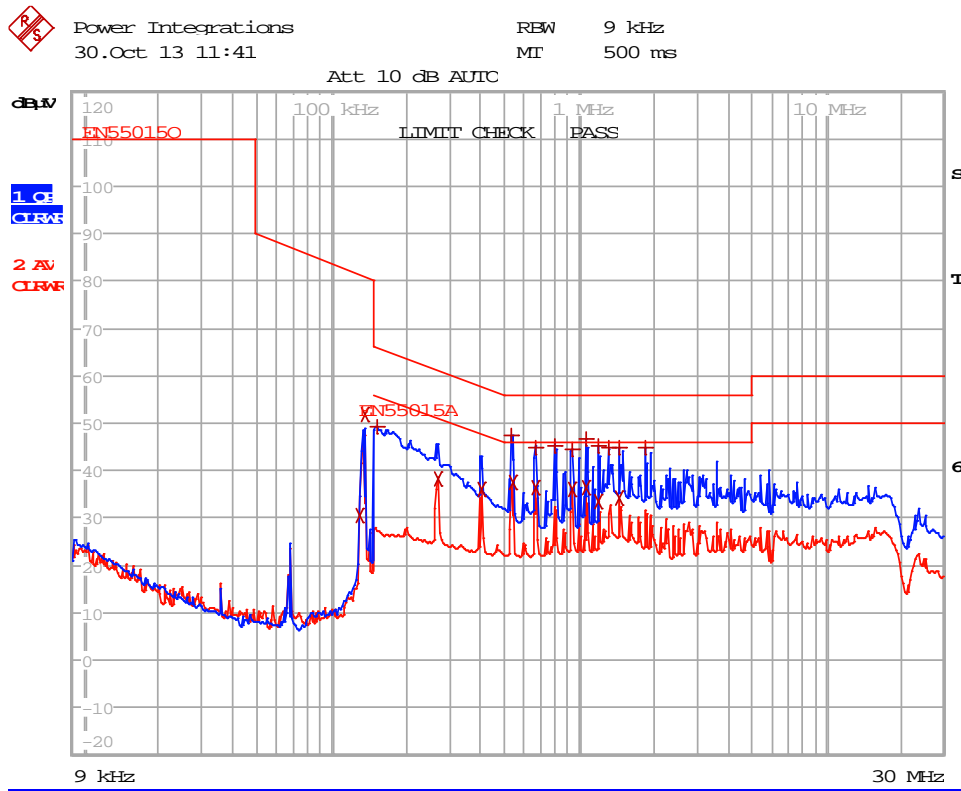
### 14.1 セットアップ

The unit was tested using LED load ( $\sim 41\text{ V } V_{\text{OUT}}$ ) with input voltage of 230 VAC, 60 Hz at room temperature.



Figure 67 – EMI Test Set-up with the Unit and LED Load Placed Inside the Cone.

14.2 テスト結果



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q  
 Trace2: EN55015A  
 Trace3: ---

TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBμV	DELTA LIMIT dB
2 Average	129.530094744 kHz	30.68 N gnd	
2 Average	136.137431366 kHz	51.84 L1 gnd	
1 Quasi Peak	153.015 kHz	49.36 L1 gnd	-16.46
2 Average	267.135089486 kHz	38.32 L1 gnd	-12.88
2 Average	401.705024172 kHz	35.94 L1 gnd	-11.87
1 Quasi Peak	530.769219795 kHz	47.46 L1 gnd	-8.53
2 Average	536.076911993 kHz	37.63 L1 gnd	-8.36
1 Quasi Peak	667.263434405 kHz	45.00 L1 gnd	-10.99
2 Average	667.263434405 kHz	36.42 L1 gnd	-9.57
1 Quasi Peak	798.145472681 kHz	45.40 L1 gnd	-10.59
1 Quasi Peak	935.888336808 kHz	44.48 L1 gnd	-11.51
2 Average	935.888336808 kHz	35.96 L1 gnd	-10.03
1 Quasi Peak	1.06512822736 MHz	46.53 L1 gnd	-9.46
2 Average	1.06512822736 MHz	36.28 L1 gnd	-9.71
1 Quasi Peak	1.20021314689 MHz	45.12 L1 gnd	-10.88
2 Average	1.20021314689 MHz	33.28 L1 gnd	-12.71
1 Quasi Peak	1.32578199726 MHz	44.71 L1 gnd	-11.28
1 Quasi Peak	1.46448812765 MHz	44.81 L1 gnd	-11.18
2 Average	1.46448812765 MHz	34.07 L1 gnd	-11.92
1 Quasi Peak	1.85951131803 MHz	45.00 L1 gnd	-11.00

Figure 68 – Conducted EMI, 41 V LED Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.

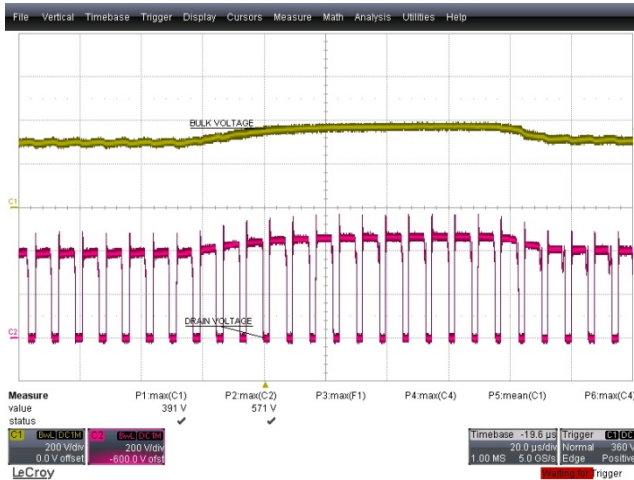


### 15 入力サーージ試験

The unit was subjected to  $\pm 2500$  V, 100 kHz ring wave and  $\pm 500$  V differential surge at 230 VAC using 10 strikes at each condition. A test failure was defined as a non-recoverable interruption of output requiring supply repair or recycling of input voltage.

Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Type	Test Result (Pass/Fail)
+2500	230	L1, L2	0	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
-2500	230	L1, L2	90	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
+2500	230	L1, L2	0	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
-2500	230	L1, L2	90	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass

Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Type	Test Result (Pass/Fail)
+500	230	L1, L2	0	Surge ( $2\Omega$ )	Pass
-500	230	L1, L2	90	Surge ( $2\Omega$ )	Pass
+500	230	L1, L2	0	Surge ( $2\Omega$ )	Pass
-500	230	L1, L2	90	Surge ( $2\Omega$ )	Pass



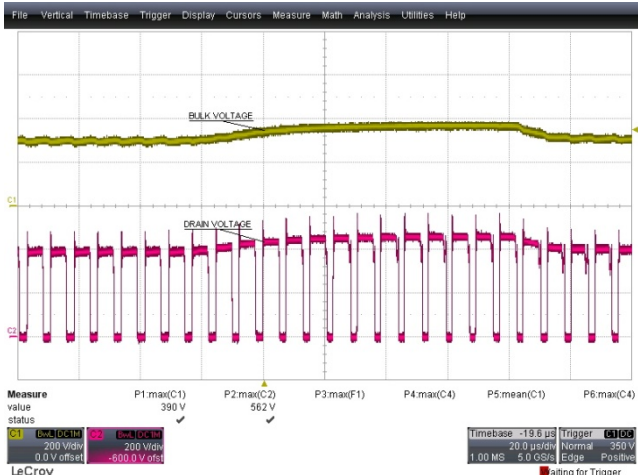
**Figure 69** – (+)500 V Differential Surge, 90°. Upper:  $V_{BULK}$ , 200 V / div. Lower:  $V_{DRAIN}$ , 200 V, 20  $\mu$ s / div.



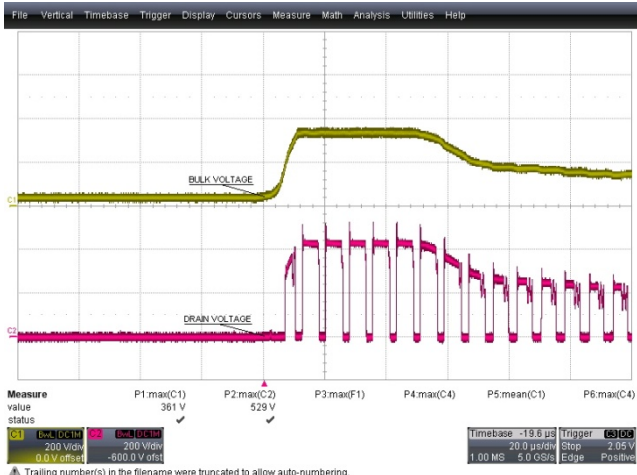
**Figure 70** – (+)500 V Differential Surge, 0°. Upper:  $V_{BULK}$ , 200 V / div. Lower:  $V_{DRAIN}$ , 200 V, 20  $\mu$ s / div.



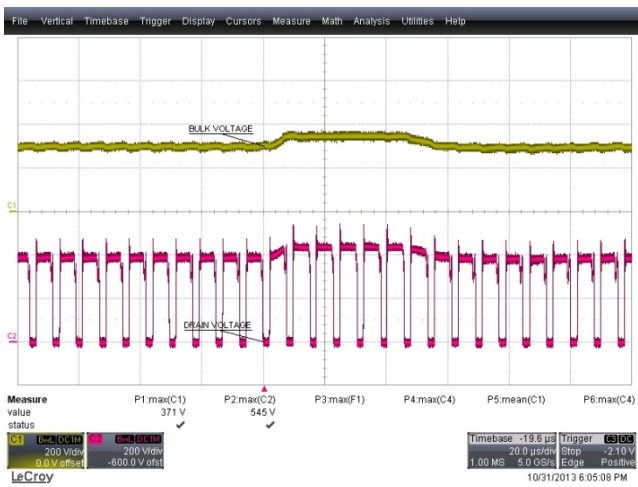




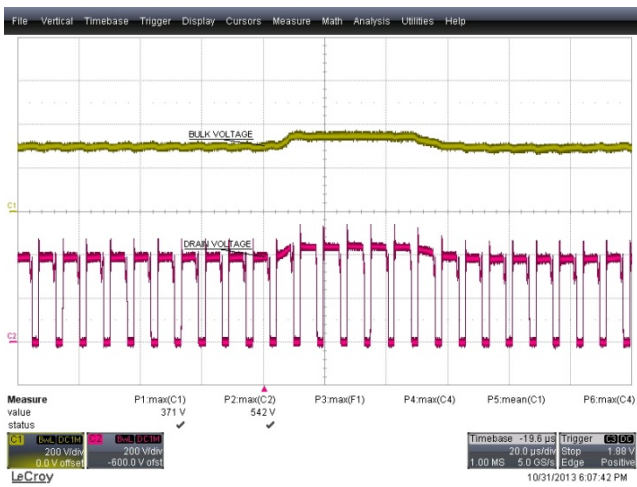
**Figure 71** – (-)500 V Differential Surge, 270°. Upper:  $V_{BULK}$ , 200 V / div. Lower:  $V_{DRAIN}$ , 200 V, 20  $\mu$ s / div.



**Figure 72** – (-)500 V Differential Surge, 0°. Upper:  $V_{BULK}$ , 200 V / div. Lower:  $V_{DRAIN}$ , 200 V, 20  $\mu$ s / div.



**Figure 73** – (+)2.5 kV Ring Wave, 90°. Upper:  $V_{BULK}$ , 200 V / div. Lower:  $V_{DRAIN}$ , 200 V, 20  $\mu$ s / div.



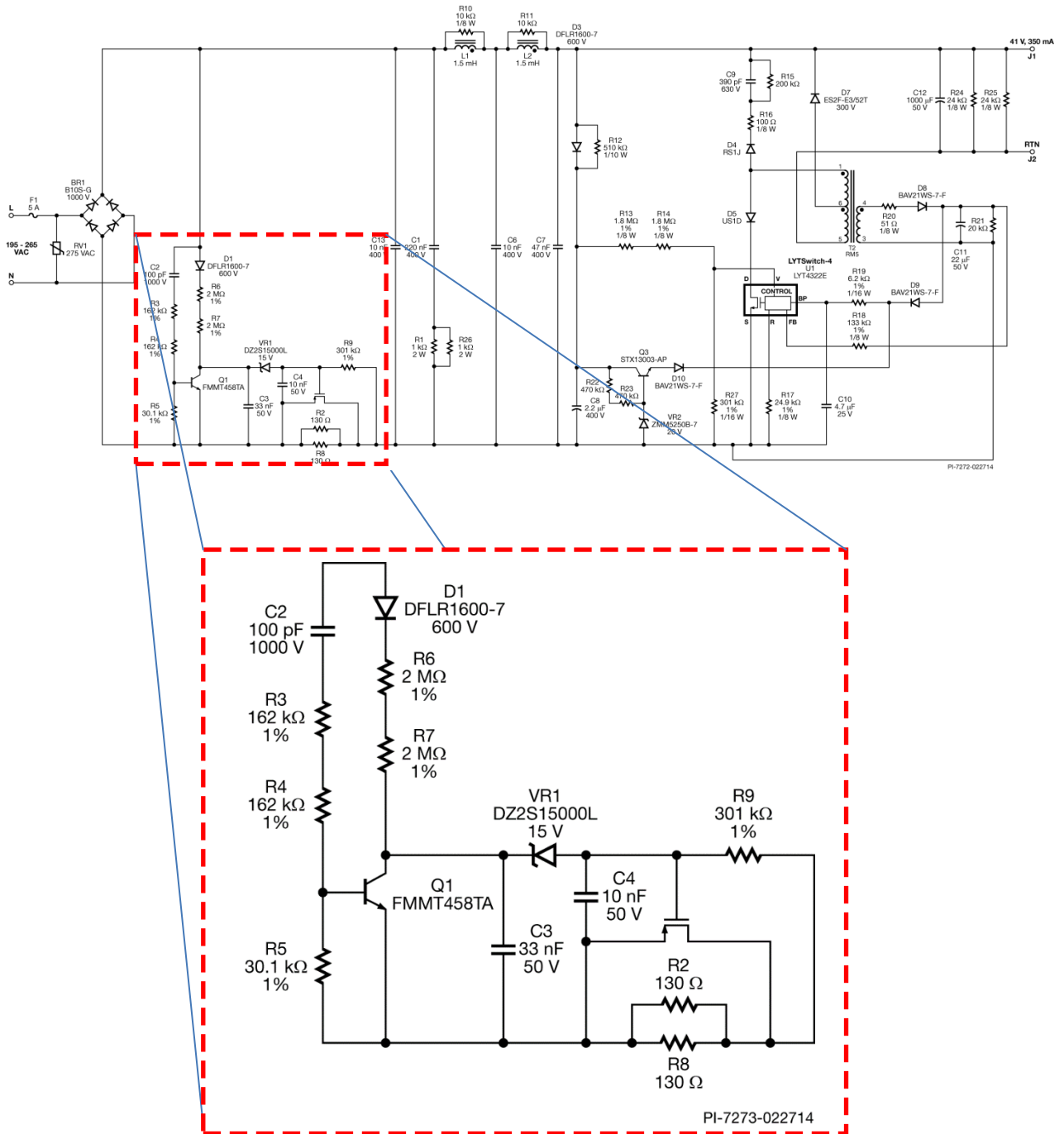
**Figure 74** – (-)2.5 kV Ring Wave, 90°. Upper:  $V_{BULK}$ , 200 V / div. Lower:  $V_{DRAIN}$ , 200 V, 20  $\mu$ s / div.



## 16 付録

This section describes the operation of the optional active damper circuit that is incorporated in the pcb layout.

### 16.1 アクティブダンパーの回路図



## 16.2 回路の説明

Resistors R2 and R8 provide passive damping and the surrounding circuit comprised of D1, R6, R7, C3, VR1, C4, Q2, and R9 minimize power dissipation of R2 and R8 by operating Q2 in linear mode approximately 2 ms after the TRIAC turns ON. Capacitor C2, R3, R4, R5 and Q1 provide a discharge path so that Q2 is initially turned OFF when the next TRIAC switching cycle begins. The values were also selected such that when there is no TRIAC connected, Q2 will be permanently ON which helps improve efficiency in non-dimming operation.

With this circuit, the values of R2 and R8 can be increased further for better dimmer compatibility but with less impact on the thermal performance of these resistors during dimming.

## 16.3 効率データ

With the active damper circuit, efficiency improves by as much as +2% over the one without the optional circuit.

### 16.3.1 ダンパーなし

入力		Input Measurement					Load Measurement			
VAC (V <sub>RMS</sub> )	Freq (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	Efficiency (%)
195	50	194.95	87.09	16.600	0.978	15.86	42.0250	339.840	14.294	86.11
210	50	209.96	81.96	16.717	0.972	17.19	42.0210	342.990	14.425	86.29
220	50	220.00	79.41	16.901	0.967	17.79	42.0320	346.830	14.590	86.33
230	50	229.95	76.75	16.995	0.963	18.27	42.0280	348.660	14.666	86.30
240	50	239.98	74.05	17.021	0.958	18.75	42.0110	348.910	14.671	86.19
265	50	264.95	68.30	17.029	0.941	20.7200	41.9870	347.950	14.621	85.86

### 16.3.2 アクティブ ダンパーあり

入力		Input Measurement					Load Measurement				Efficiency Improvement (%)
VAC (V <sub>RMS</sub> )	Freq (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	Efficiency (%)	Efficiency Improvement (%)
195	50	194.95	85.87	16.314	0.975	16.77	42.1030	342.590	14.436	88.49	2.38
210	50	209.96	81.25	16.517	0.968	17.96	42.1070	346.400	14.598	88.38	2.09
220	50	219.99	78.59	16.672	0.964	18.32	42.1070	349.130	14.713	88.25	1.92
230	50	229.94	75.91	16.749	0.960	18.79	42.0950	350.030	14.747	88.05	1.75
240	50	239.98	73.25	16.773	0.954	19.25	42.0730	349.740	14.727	87.80	1.61
265	50	264.95	67.81	16.825	0.937	21.3300	42.0480	348.750	14.676	87.23	1.37



## 16.4 部品表 (アクティブダンパー)

Item	Qty	Ref Des	概要	Mfg Part Number	Manufacturer
1	1	C2	100 pF, 1000 V, Ceramic, NPO, 0805	C0805C101MDGACTU	Kemet
2	1	C3	33 nF, 50 V, Ceramic, X7R, 0805	CC0805KRX7R9BB333	Yageo
3	1	C4	10 nF 50 V, Ceramic, X7R, 0603	C0603C103K5RACTU	Kemet
4	1	D1	600 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, POWERDI123	DFLR1600-7	Diodes, Inc.
5	1	Q1	NPN, HP, 400 V, 225 mA, SOT23-3	FMMT458TA	Diodes, Inc.
6	1	Q2	600 V, 0.4 A, 8 $\Omega$ , N-Channel, TO-92	STQ2NK60ZR-AP	ST Micro
7	2	R2 R8	130 $\Omega$ , 5%, 1 W, Thick Film, 2512	ERJ-1TYJ131U	Panasonic
8	2	R3 R4	162 k $\Omega$ , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF1623V	Panasonic
9	1	R5	30.1 k $\Omega$ , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF3012V	Panasonic
10	2	R6 R7	2 M $\Omega$ , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF2004V	Panasonic
11	1	R9	301 k $\Omega$ , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF3013V	Panasonic
12	1	VR1	15 V, 5%, 150 mW, SSMINI-2	DZ2S15000L	Panasonic



**17 改訂履歴**

日付	作成者	改訂	Description and Changes	Reviewed
27-Feb-14	DS	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 2410, Charity Plaza, No. 88,  
North Caoxi Road,  
Shanghai, PRC 200030  
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

