

# Richtek LED 照明產品介紹

---

Richtek\_SA\_ethan

15899755219

2014年7月

<http://www.richtek.com/LED>

**RICHTEK**  
your power partner.

# Index

---

- **Richtek LED 照明方案藍圖**
- **RT8487/RT8497**
  - 高功因非隔離浮地式平均電流檢測控制介紹
- **RT7302/RT7304**
  - 高功因原邊反饋恆流控制方案介紹
- **無電流紋波方案應用介紹**
  - 單級式與兩級式應用
- **RT7320/RT7321/RT7322**
  - 線性恆流控制方案介紹
- **RT8476/RT8479**
  - 高兼容性射燈驅動方案介紹
- **DC/CC 控制器與轉換器介紹**

# Richtek LED 照明方案藍圖 - 離線式應用



# Richtek LED 照明方案藍圖 - DC/CC 應用

控制器

轉換器

降壓、升壓、升降壓(多拓撲)應用

60V

90V

150V

60V/Ron=0.8Ω

50V/Ron=0.3Ω

RT8462

RT8475

RT8485

RT8450B

RT8463

降壓應用

50V

18V up

60V

36V

RT8477A

RT8458A/D

RT8474A

RT8471

高兼容性射燈應用

40V

40V

RT8476

RT8479C

# RT8487/8497-

## High PF Boundary mode Floating Buck LED Driver



**RT8487**  
TSOT-23-6  
(external MOS)



**RT8497**  
SOP-7  
(built-in MOS)

透過Richtek獨有的THD補償控制

可符合 IEC 61000-3-2  
Class C 規範

穩定的閉迴路控制機制

提供高精準度電流調節能力

平均電流檢測控制模式

可使用一般工字型電感  
降低成本與簡化設計流程

極小的靜態啓動電流

可加速啓動時間  
並降低空載時的待機功耗

COT與專利臨界切換模式控制

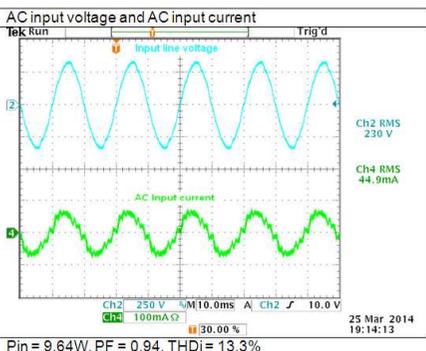
寬範圍變頻控制與零界點切換  
可減少EMI元件並提升效率

內置過電壓與過電流保護功能

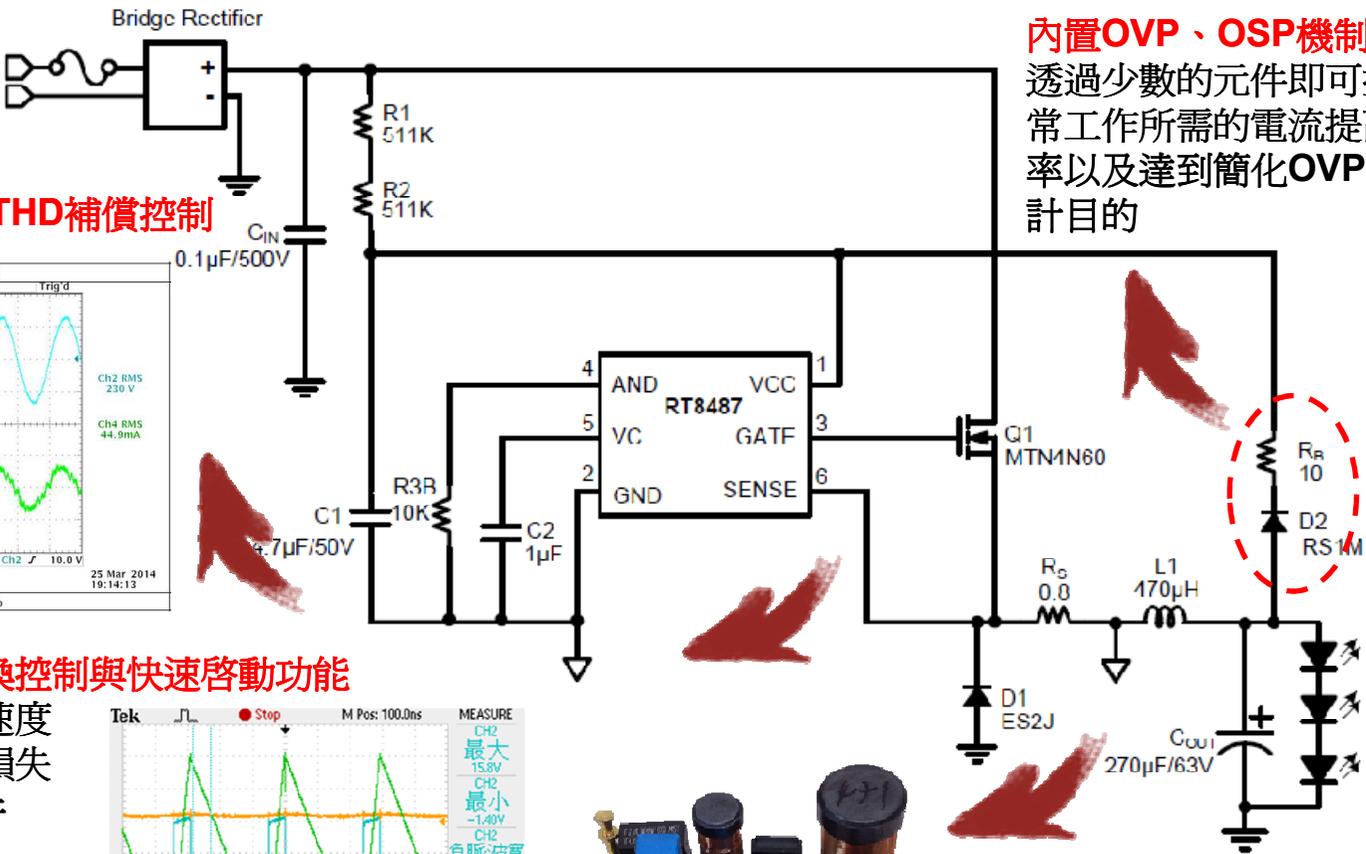
簡化系統設計  
並提高保護機制的穩定度

# RT8487 Application circuit - Floating buck

**Richtek獨特的THD補償控制**

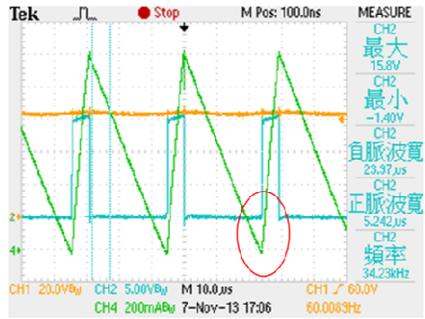


AC input voltage and AC input current  
 Ch2 RMS 230 V  
 Ch4 RMS 44.9mA  
 Pin = 9.64W, PF = 0.94, THDi = 13.3%



**內置OVP、OSP機制**  
 透過少數的元件即可提供IC正常工作所需的電流提高系統效率以及達到簡化OVP、OSP設計目的

**專利零電流切換控制與快速啟動功能**  
 增加開機啟動速度  
 有效降低切換損失  
 並減少EMI元件



MEASURE  
 CH2 最大 15.8V  
 CH2 最小 -1.40V  
 CH2 自脈波寬 23.97us  
 CH2 正脈波寬 5.242us  
 CH2 頻率 34.23kHz  
 CH1 20.0V/div CH2 5.00V/div M 10.0us CH1 60.0V  
 CH4 200mA/div 7-Nov-13 17:06 60.0083kHz

CH1=VCC CH2=GATE CH4=IL

**平均電流檢測控制**  
 支援工字型電感簡化設計流程與成本  
 並提供非常精準的電流調節能力

# RT8487 test data



**34W**

**E>90.2%**

**PF>0.96**

Vac [V]	Pin [watt]	Vout[V]	Iout[mA]	Eff. [%]	PFC
180	34.42	41.31	756	90.73%	0.986
200	34.35	41.19	757	90.77%	0.983
220	34.41	41.12	758	90.58%	0.979
240	34.47	41.09	759	90.46%	0.974
264	34.64	41.07	761	90.20%	0.967

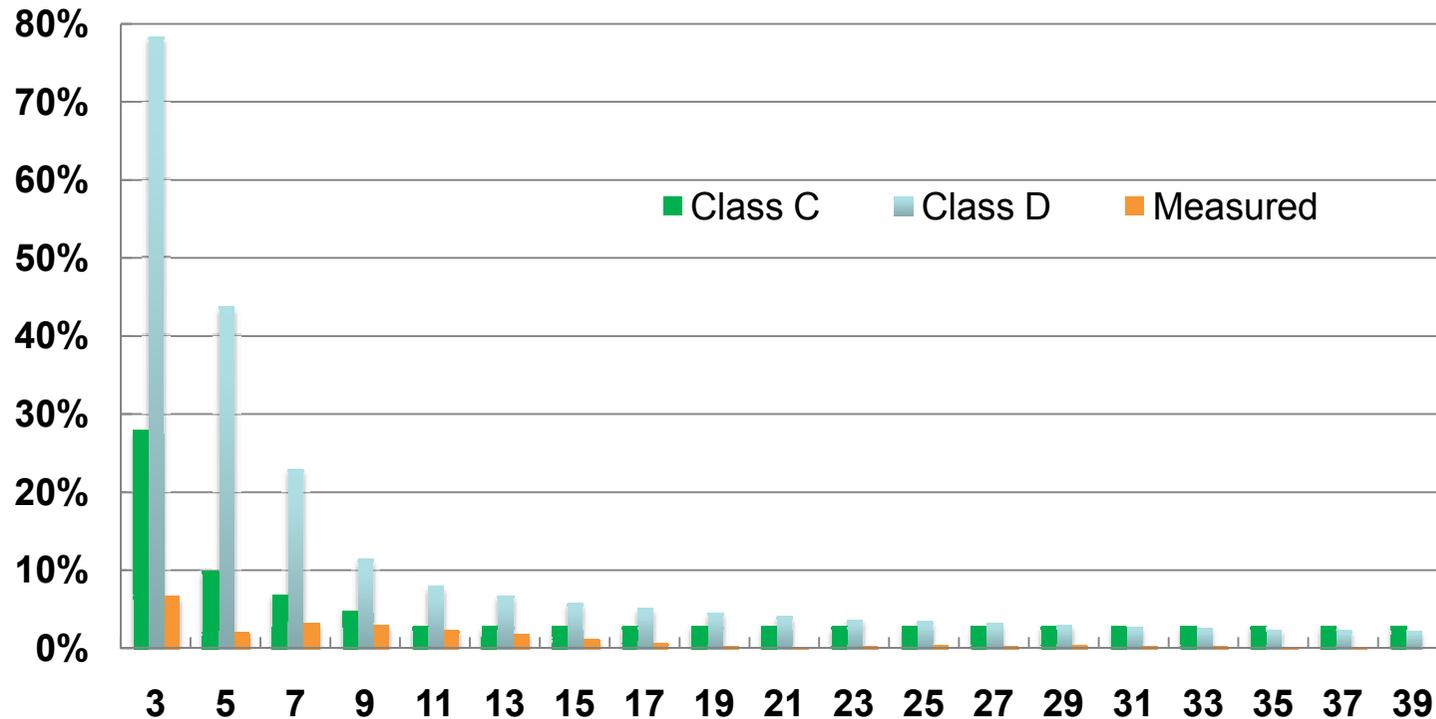
**16W**

**E>88.5%**

**PF>0.97**

Vac [V]	Pin [watt]	Vout [V]	Iout[mA]	Eff. [%]	PFC
90	16.30	42.13	344.5	89.04%	0.973
132	16.30	42.22	346.5	89.75%	0.988
220	16.46	42.28	346.8	89.08%	0.989
264	16.61	42.41	346.9	88.57%	0.981

# RT8487 THD test IEC-61000-3-2 Class C



**PASS IEC 61000-3-2 CLASS C**

# RT8497 test data



**10W      E>90.2%      PF>0.96      THD<15**

Vac [V]	Pin [Watt]	Vout [V]	Iout [mA]	Eff. [%]	PFC	THD [%]
198	9.94	71.52	126.4	90.95%	0.979	14.13
220	9.95	71.52	126.2	90.71%	0.978	12.58
230	9.97	71.55	126.3	90.64%	0.977	12.01
240	9.98	71.55	126.3	90.55%	0.975	11.59
264	10.00	71.54	126.2	90.28%	0.969	10.86

**8W      E>88.8%      PF>0.95      THD<15**

Vac [V]	Pin [Watt]	Vout [V]	Iout [mA]	Eff. [%]	PFC	THD [%]
180	7.94	47.15	151.2	89.79%	0.985	9.05
220	7.96	47.06	151	89.27%	0.976	9.9
264	8.02	47.01	151.5	88.80%	0.957	12.89

# RT7302/7304- High PF Quasi-Resonant PSR/Buck-Boost LED Driver



**RT7302**  
**SOP-8**  
**(Built-in HV Start up)**



**RT7304**  
**SOT-23-6**  
**(Tiny Package)**

原邊反饋電流採樣控制  
  
無須光耦合與TL431  
降低成本與簡化設計流程

透過Richtek獨有的THD補償控制  
  
可符合 IEC 61000-3-2  
Class C 規範

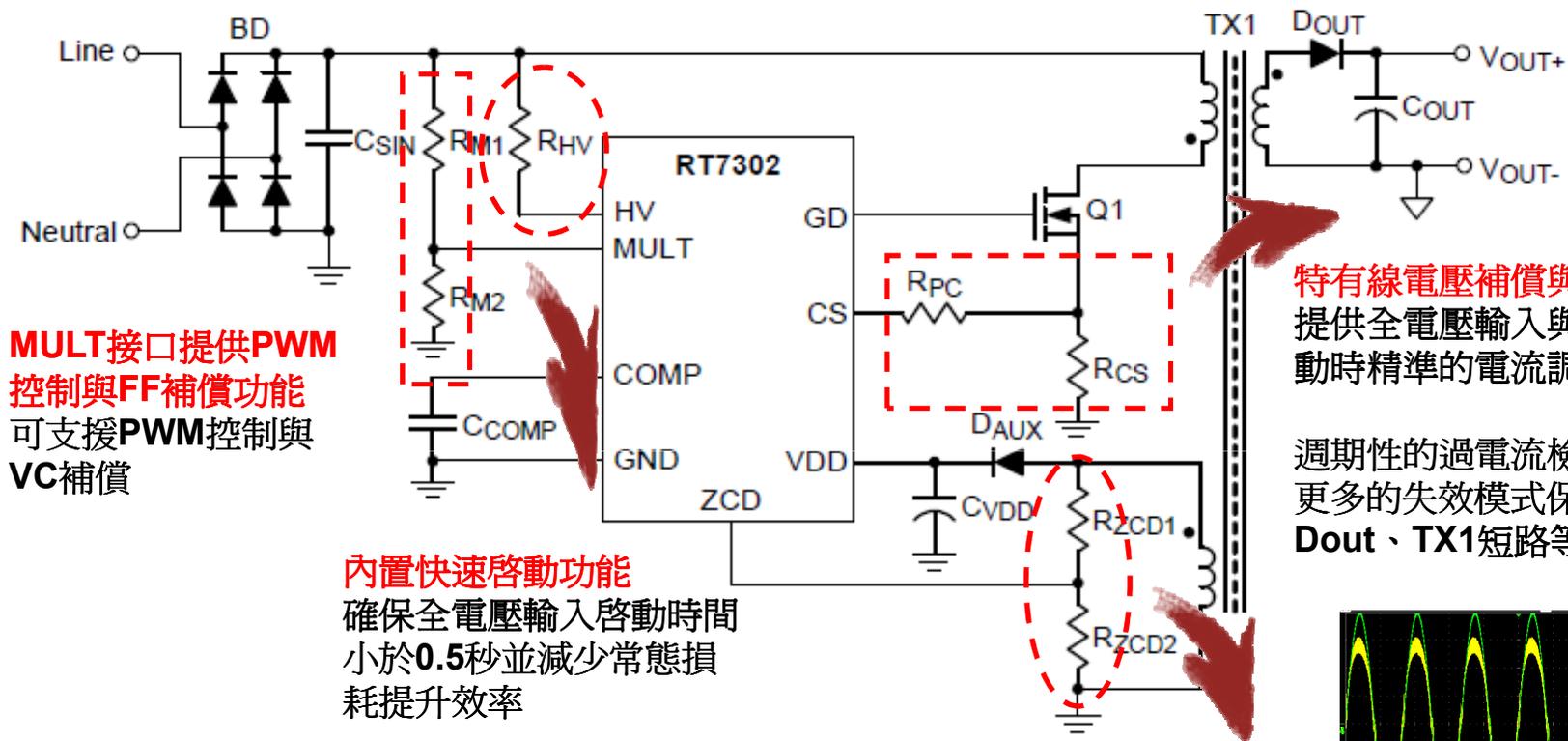
固定導通時間與準諧振切換控制  
  
寬範圍變頻與準諧振切換  
可減少EMI元件並提升效率

獨有的線電壓補償控制與採樣計算  
  
全電壓輸入與寬負載變動  
皆具有高精準度電流控制能力

內置各項完整的保護機制  
  
無須增加額外元件  
提供高規格失效保護機制

支援快速啓動與PWM調光控制  
(RT7302 Only)  
全電壓輸入啓動時間小於0.5S  
MULT接口提供PWM控制功能

# RT7302 Application circuit – Flyback

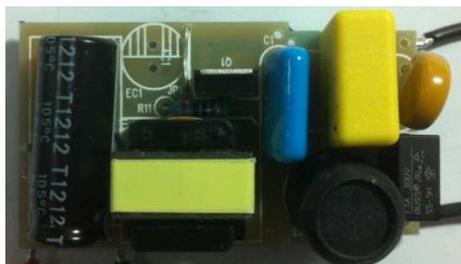


**MULT**接口提供PWM控制與FF補償功能可支援PWM控制與VC補償

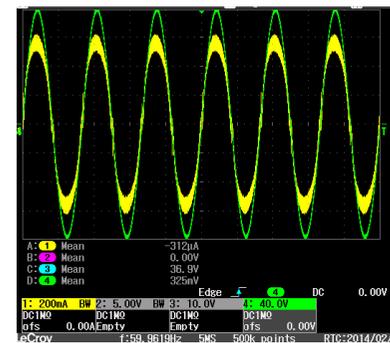
內置快速啟動功能確保全電壓輸入啟動時間小於**0.5**秒並減少常態損耗提升效率

特有線電壓補償與採樣控制提供全電壓輸入與寬負載變動時精準的電流調節能力

週期性的過電流檢測可提供更多的失效模式保護，如Q1、Dout、TX1短路等



**Richtek**獨特的THD補償與QR檢測控制QR檢測有效降低切換損失並達到寬變頻控制減少EMI元件，同時也偵測輸出過壓保護特有的THD控制方式可避免死區的交越失真



# RT7302 Flyback (PSR) test data

Frequency	Vac [V]	Pin [watt]	Vout [V]	Iout [mA]	Pout [Watt]	Eff. [%]	PF	THD
60Hz	90	21.42	45.9	409	18.77	87.64%	0.993	8.65
60Hz	110	20.96	45.81	408	18.69	89.17%	0.993	8.59
60Hz	132	20.66	45.73	407	18.61	90.09%	0.992	8.66
50Hz	200	20.55	45.67	407	18.59	90.45%	0.983	8.74
50Hz	220	20.59	45.62	407	18.57	90.18%	0.981	8.14
50Hz	240	20.65	45.59	408	18.60	90.08%	0.976	8.04
50Hz	264	20.75	45.55	409	18.63	89.78%	0.969	8.28

current reculation = 0.49%  
 $\Delta$  Efficiency = 2.81%  
 Maximum PFC = 0.993  
 Minimum PFC = 0.969

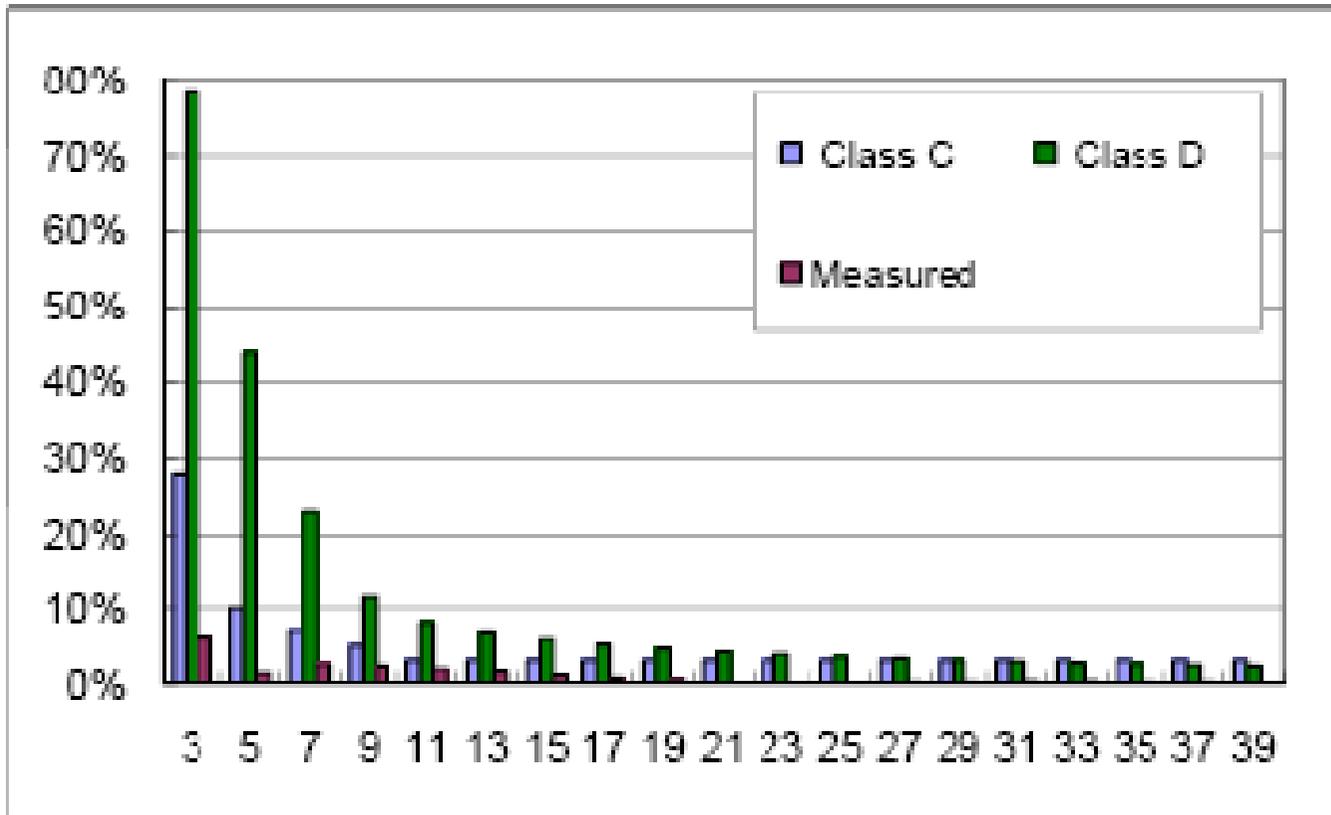
全電壓應用，啓動時間小於0.5秒且不損失效率



((Edge T8 is available too.))

Length	Width	Height
236.5mm	18mm	10mm

# RT7302 THD test IEC-61000-3-2 Class C



**PASS IEC 61000-3-2 CLASS C**

# RT7304 Flyback (PSR) test data

Load:LED Series

Line filter off

Frequency	Vac [V]	Iac [mA]	Pin [watt]	V-LED [V]	I-LED[mA]	Total Eff. [%]	PF Value
60Hz	90	452.6	40.51	34.90	1027	88.48%	0.9945
60Hz	100	403.6	40.09	34.89	1028	89.47%	0.9944
60Hz	110	364.8	39.84	34.89	1028	90.03%	0.9934
60Hz	120	332.7	39.59	34.89	1028	90.60%	0.9919
60Hz	132	301.6	39.39	34.88	1027	90.94%	0.9896
50Hz	180	221.9	39.08	34.91	1024	91.47%	0.9776
50Hz	220	184.6	38.97	34.89	1022	91.50%	0.9598
50Hz	230	177.7	38.98	34.88	1022	91.45%	0.9541
50Hz	240	171.4	38.98	34.87	1021	91.33%	0.9477
50Hz	277	153.3	39.1	34.88	1020	90.99%	0.9207
50Hz	300	145.1	39.22	34.89	1021	90.83%	0.9014

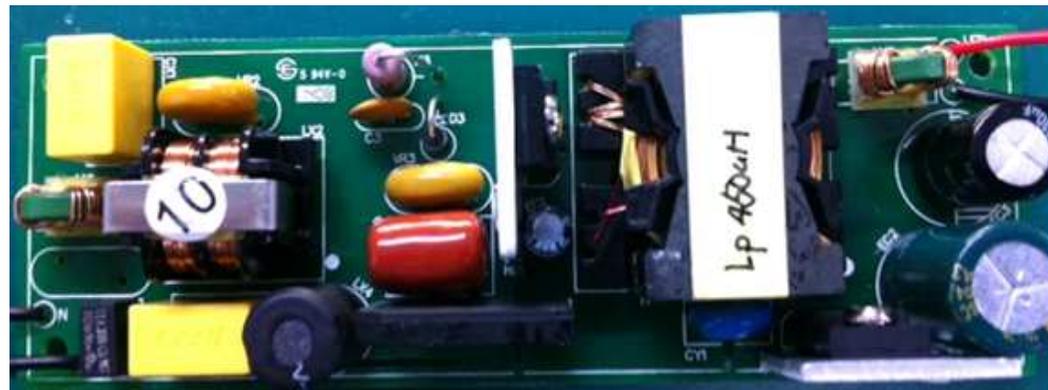
current regulation = 0.78%

$\Delta$  Efficiency = 3.02%

Maximum PFC = 0.995

Minimum PFC = 0.901

**EMC pass**情況下仍可維持高電流精準度、高功因與高效率等表現



# Flicker free solution introduction

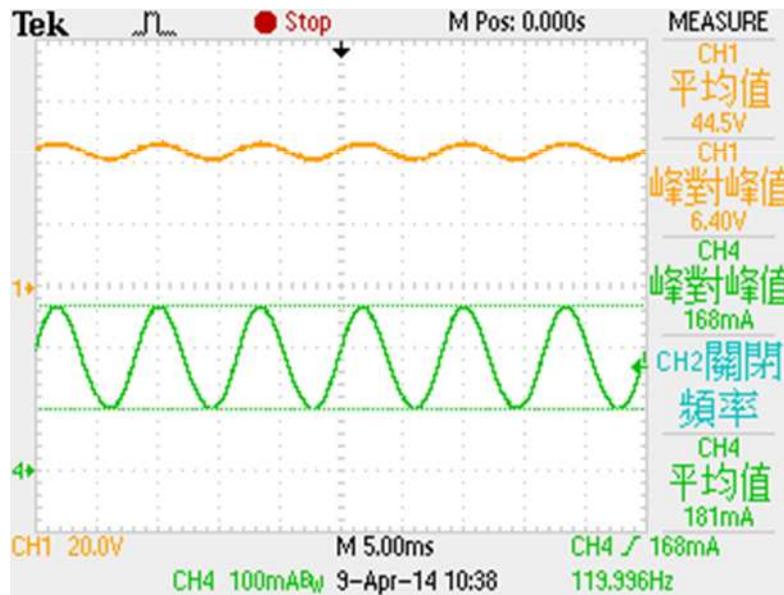
<20W	<p>Single stage + regulator circuit</p> <p><b>RT8487</b> + Current ripple remover (CRR) circuit</p> <p><b>RT7302/RT7304</b></p>
20~50W	<p>PFC Buck CV + Buck CC controller/converter</p> <p><b>RT8487</b> + <b>RT8487</b></p>
>50W	<p>PFC Flyback / Boost CV + Buck CC controller</p> <p><b>RT7300A/B</b> + <b>RT8477A</b> Smart dimming</p> <p><b>RT8458A/D</b> 1 – 10V dimming</p>



# Performance-RT8487 with CRR/ without CRR

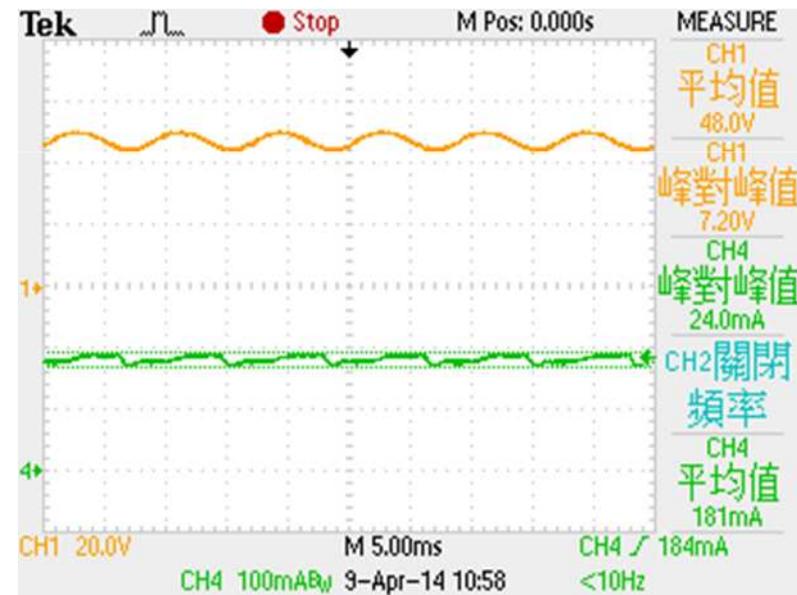
Without CRR

$$I_{LED} \text{ ripple} = \pm 46.41\%$$



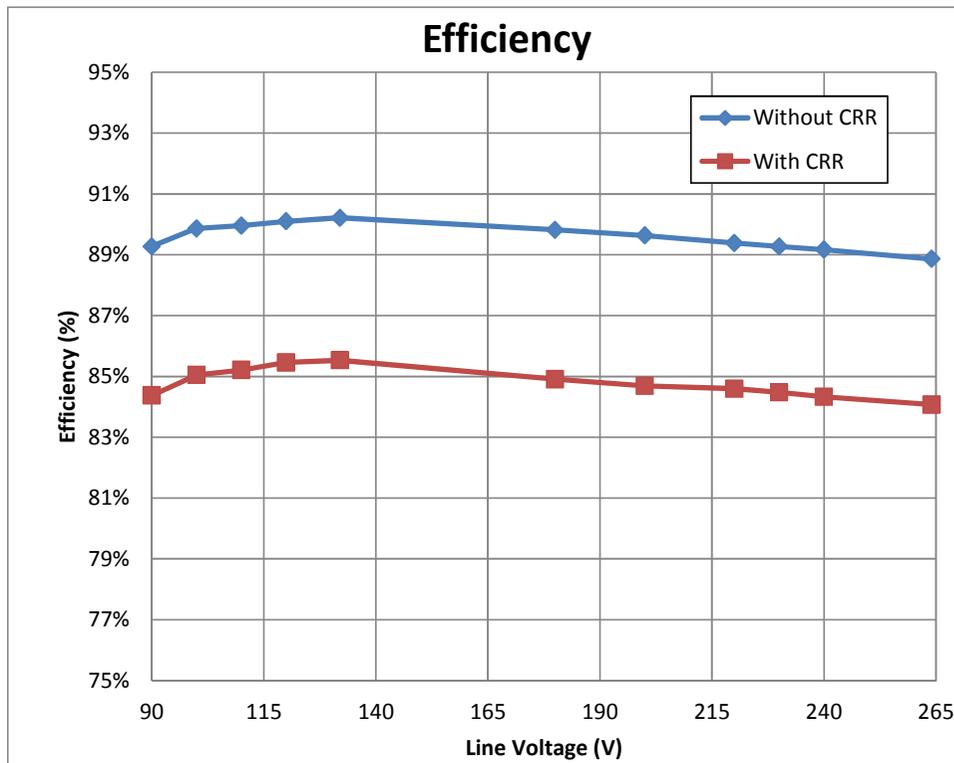
With CRR

$$I_{LED} \text{ ripple} = \pm 6.62\%$$

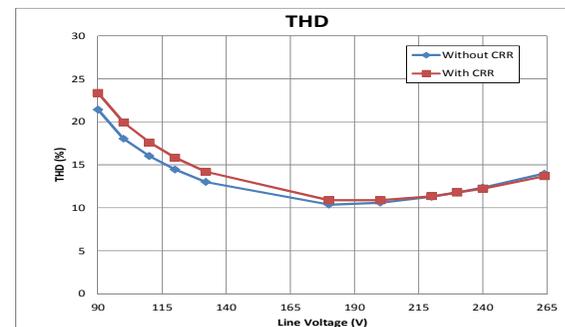
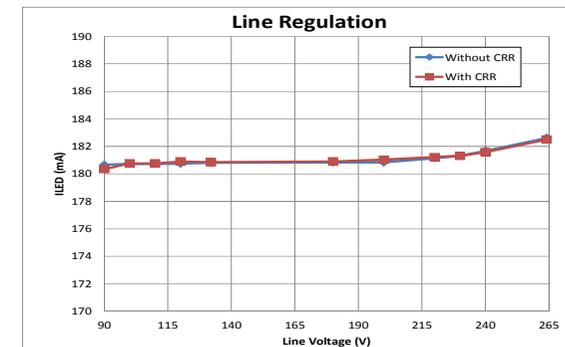
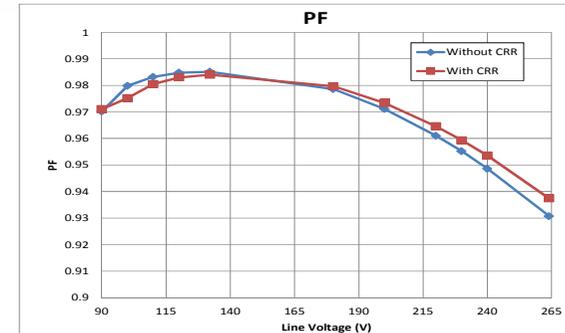


# Performance-RT8487 with CRR/ without CRR

- 增加**CRR**電路後平均效率損耗約增加4~5%
- 功因、電流精準度與**THD**等表現不受影響

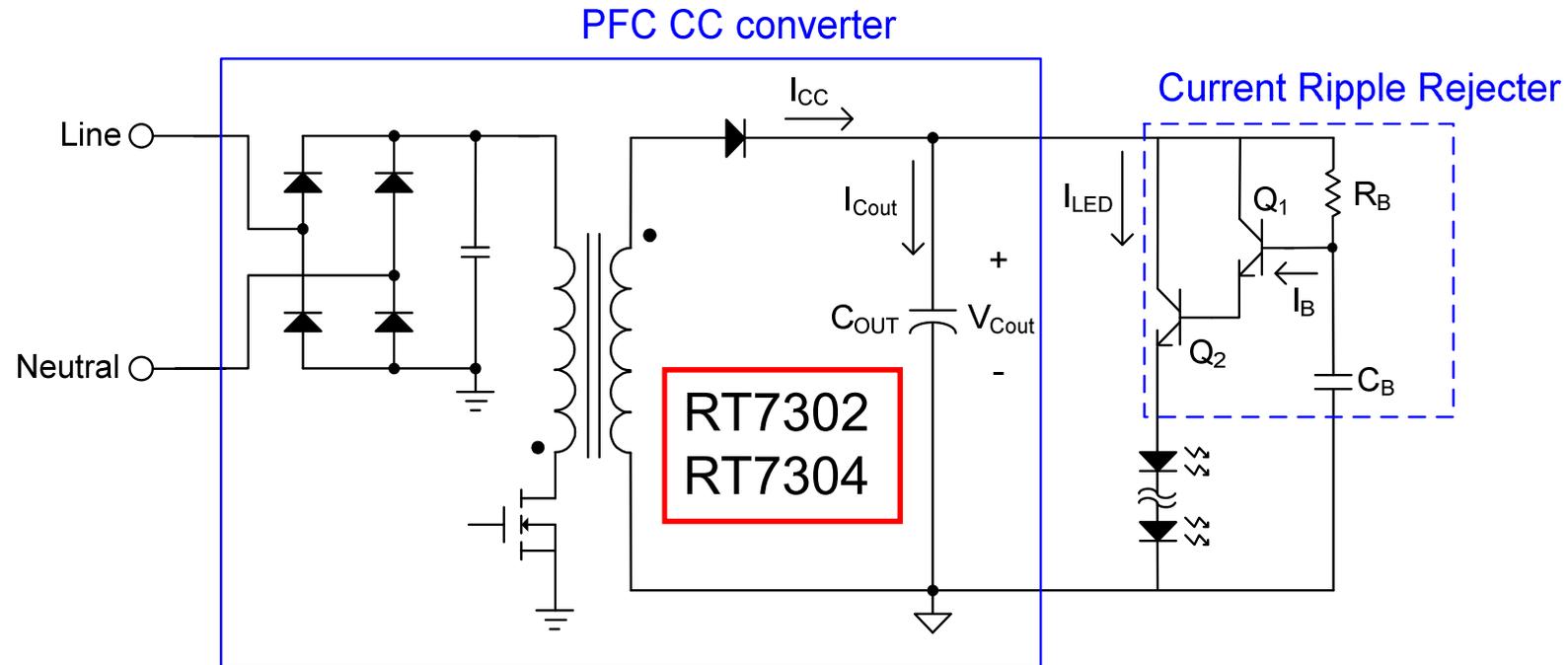


8W/  $V_{out}=43V/I_{out}=180mA$ )



# ~20W 隔離架構

## RT7302/7304 with Current Ripple Remover (CRR)



- For 100 or 120Hz,  $R_B \gg Z_{c_{out}}$
- There is no AC component on  $I_B$  and  $I_{LED}$ .
- This solution can work with wide  $V_{LED}$  range.

# RT7304 PSR mode with/without current ripple remover.

➤ RT7304 8W Bulb internal power (Flyback)



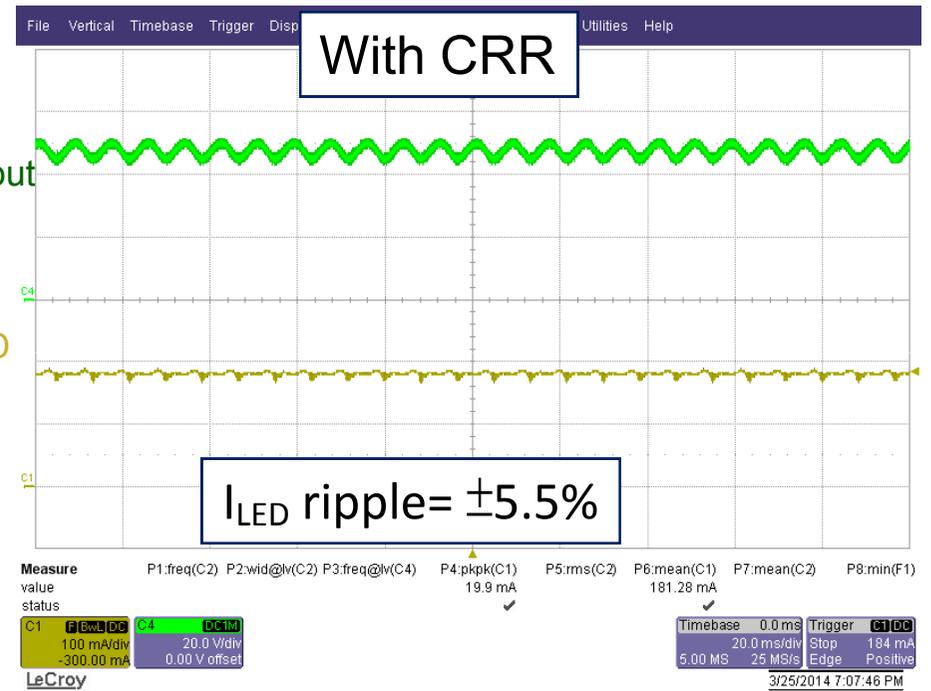
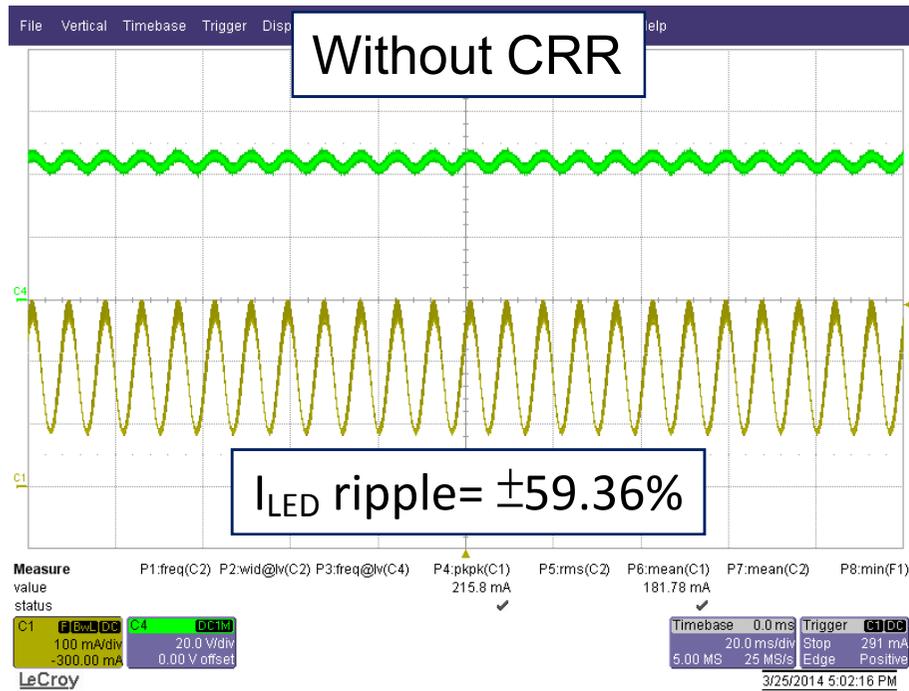
- without CRR

Vin (Vac)	Pin (W)	VLED (V)	ILED (mA)	Po (W)	Efficiency	PF	THD
90	9.857	43.57	186.1	8.108	82.26%	0.9969	6.23
110	9.571	43.55	185.2	8.065	84.27%	0.9946	7.11
132	9.382	43.52	183.9	8.003	85.31%	0.9909	8.16
180	9.271	43.44	182.1	7.910	85.32%	0.9773	10.15
220	9.297	43.4	181.1	7.860	84.54%	0.9572	11.96
264	9.433	43.39	180.7	7.841	83.12%	0.9233	15.96

- with CRR

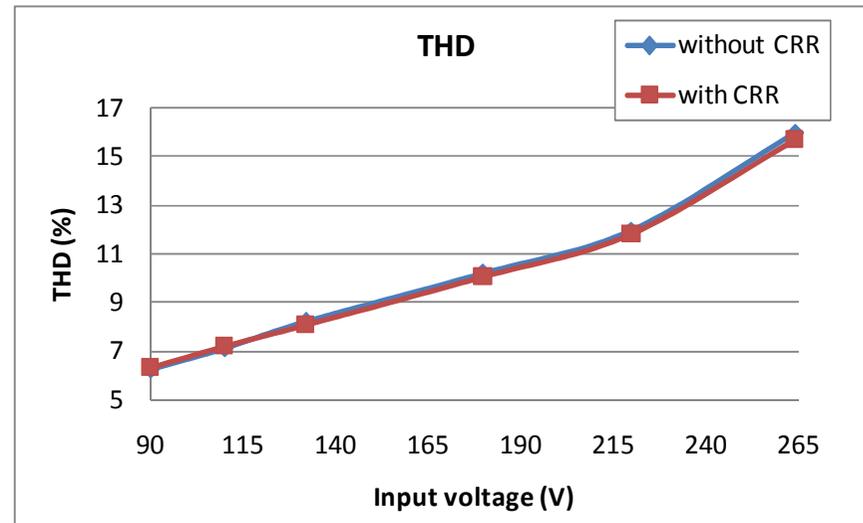
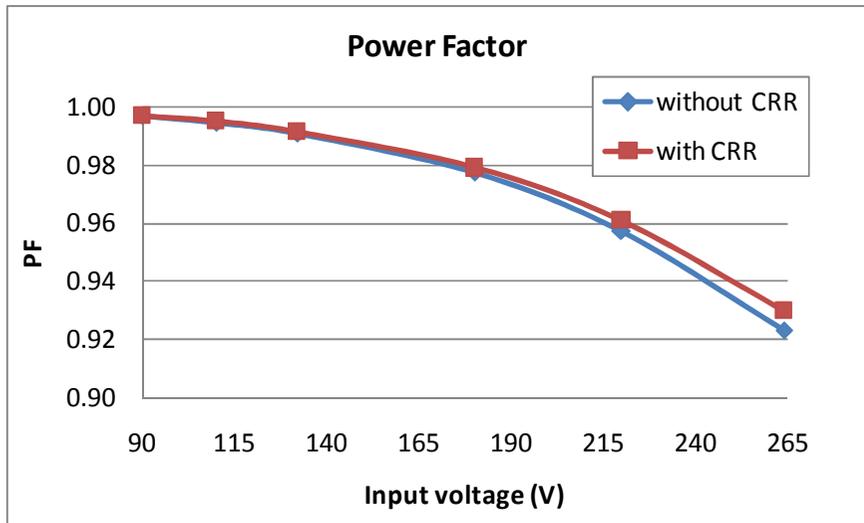
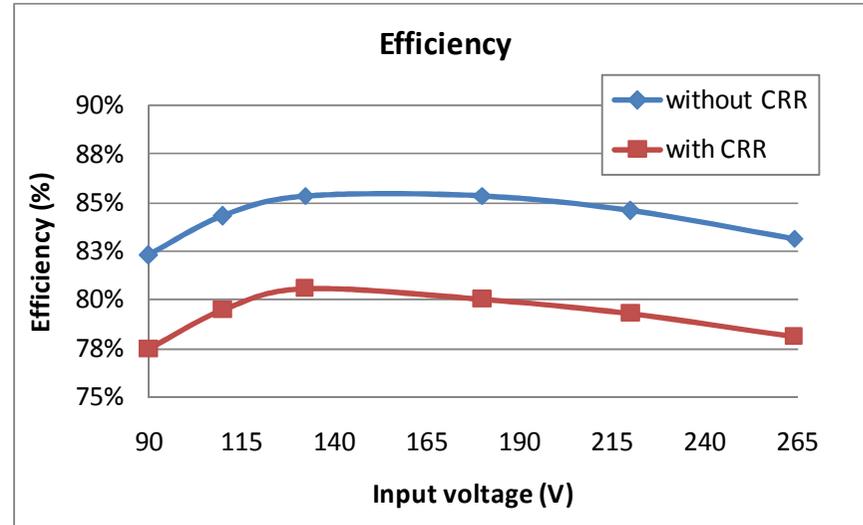
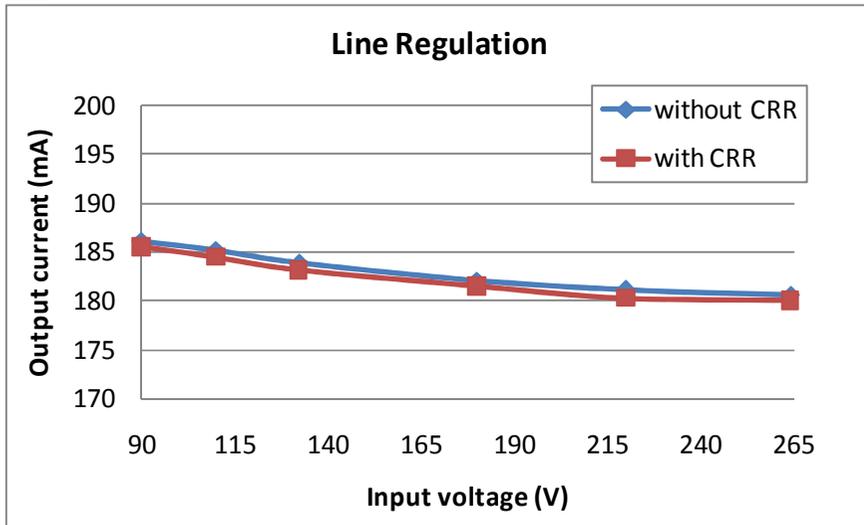
Vin (Vac)	Pin (W)	VLED (V)	ILED (mA)	Po (W)	Efficiency	PF	THD
90	10.445	43.62	185.5	8.092	77.47%	0.997	6.28
110	10.12	43.59	184.5	8.042	79.47%	0.9953	7.18
132	9.897	43.56	183.1	7.976	80.59%	0.9916	8.07
180	9.871	43.53	181.5	7.901	80.04%	0.9791	10.02
220	9.894	43.5	180.3	7.843	79.27%	0.9608	11.81
264	10.023	43.5	180	7.830	78.12%	0.9297	15.68

# Performance

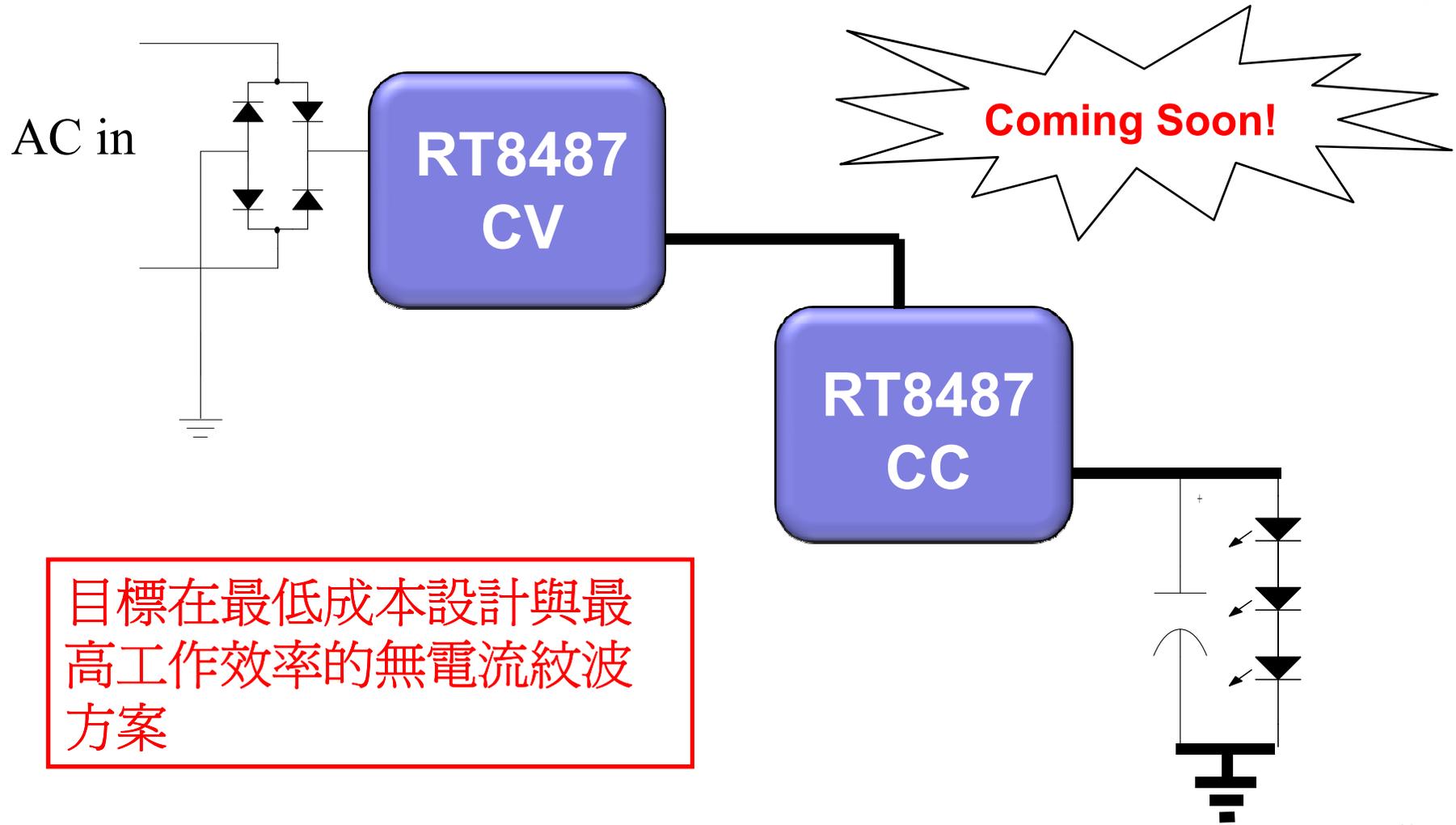


- TO-92 package is used as  $Q_2$ , temperature  $\approx 63.5\text{ }^\circ\text{C}$ .

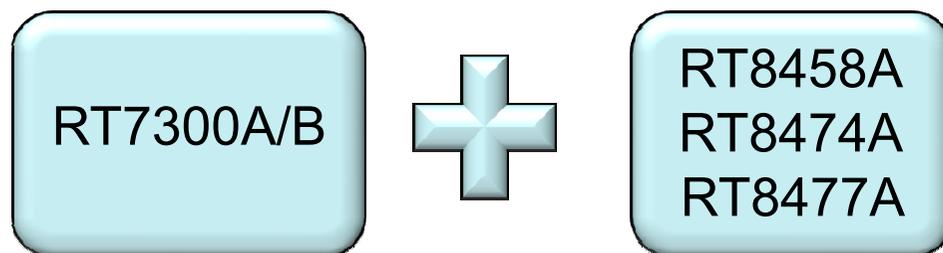
# Performance



# 20~50W RT8487+RT8487 for no current ripple



# 大功率應用- 兩級式無電流紋波方案



Input [Hz]	Vac [V]	Pin [watt]	V-LED [V]	Iout [mA]	Pout [Watt]	Eff. [%]	PFC
60Hz	90	54.24	42.81	1104	47.26	87.13%	0.99
60Hz	110	53.33	42.69	1104	47.13	88.37%	0.99
60Hz	132	52.76	42.65	1104	47.09	89.24%	0.99
50Hz	180	52.49	42.70	1104	47.14	89.88%	0.98
50Hz	230	52.45	42.66	1104	47.09	89.79%	0.97
50Hz	264	52.61	42.63	1104	47.06	89.45%	0.96

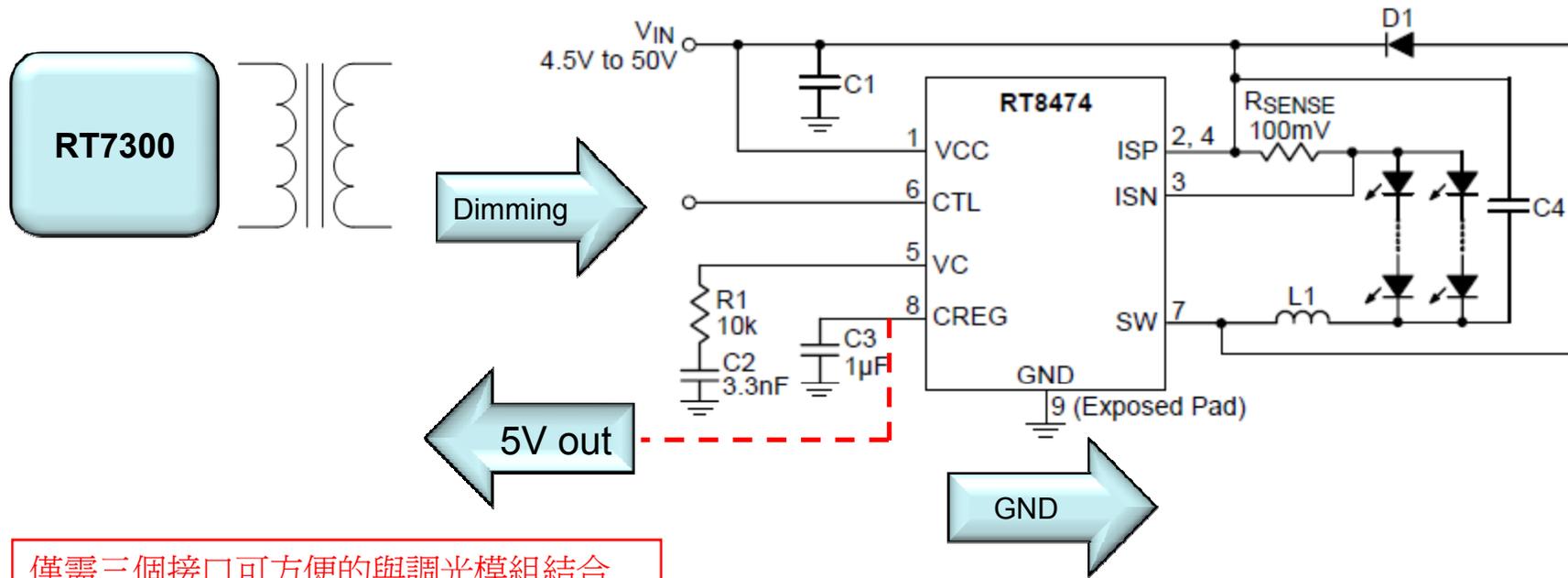
## RT7300 feature

- 臨界開關模式
- PWM逐周電流限制功能
- (電壓模式)
- 最高頻率限制130KHZ
- THD優化處理
- 超低啓動電流 (<20μA)
- 低功耗
- 驅動能力 600mA/800mA

## RT7300+RT8458 advantages

1. 高PFC 高效率 低THD
2. 支援全電壓輸入
3. 非常寬的輸出電壓範圍應用
4. 低成本兩級架構無頻閃應用(紋波<1%)
5. 可支持隔離和非隔離應用
6. 支援各種智能調光線路設計
7. 支援各項系統保護設計

# 兩級式無紋波智能調光方案

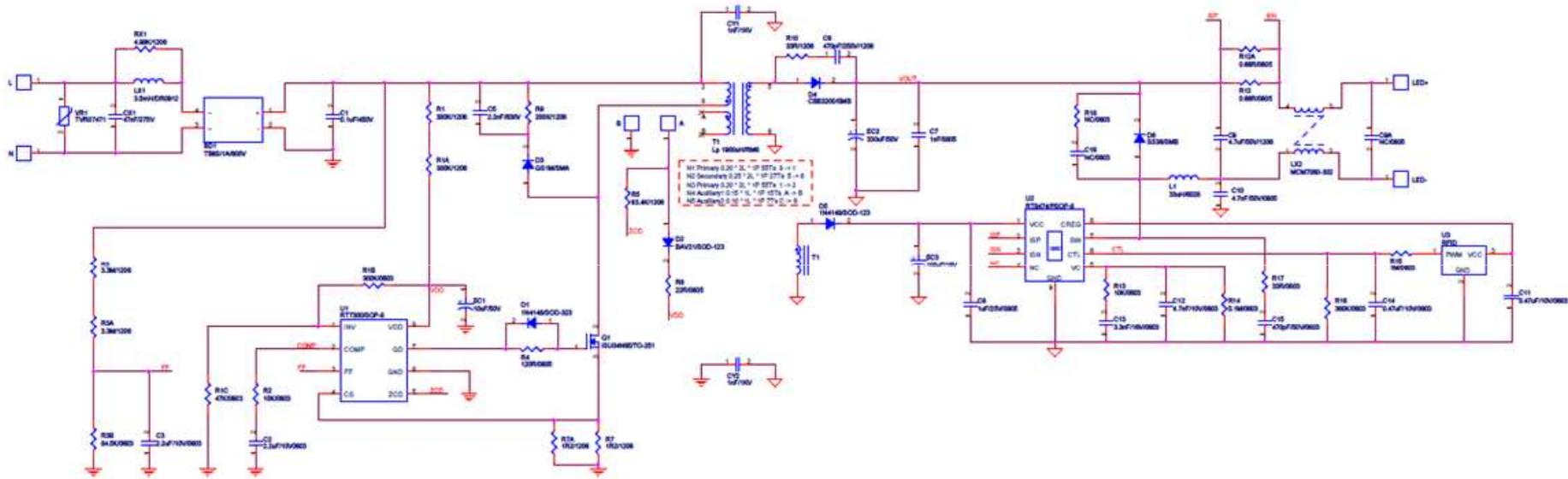


僅需三個接口可方便的與調光模組結合

1. Dimming.
2. 5V out.
3. GND.

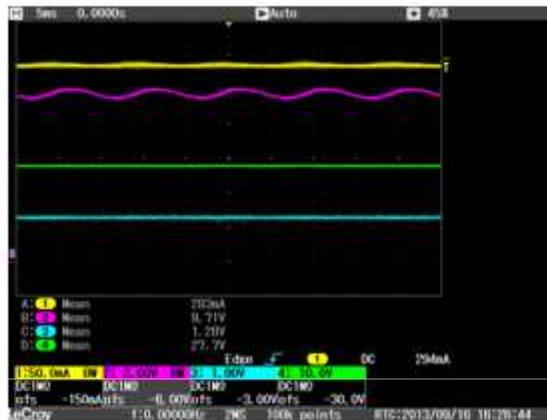
- 高PF值、高效率、低THD、低電流紋波
- 具有非常好的PWM或模擬電壓調光線性度
- 平均電流控制，量產一致性高
- 簡化智能調光設計流程

# RT7300+RT8474 application circuit



# 調光特性

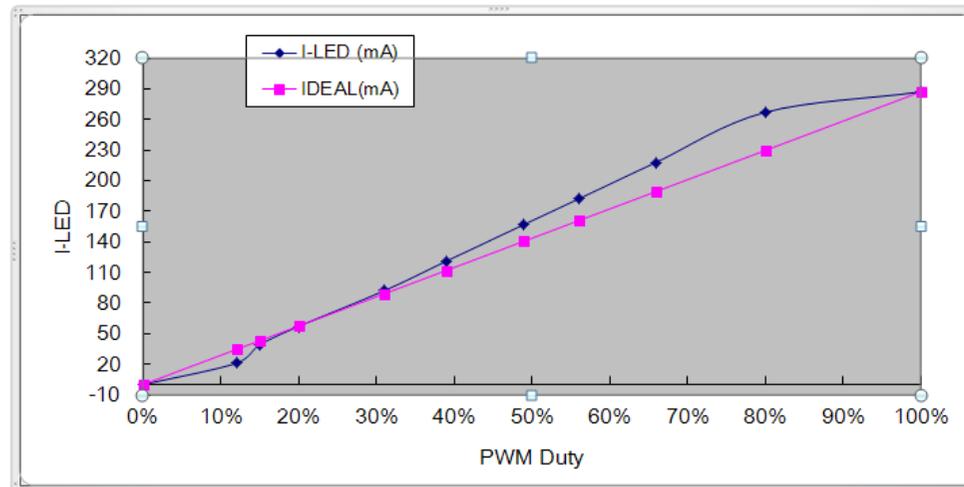
CH1: I-LED , CH2: VCC , CH3: V-CTL , CH4: V-LED



CH1: I-LED , CH2: V-CREG , CH3: RFID PWM Out , CH4: V-CTL



49% Duty , I-LED-> 157mA



# AC-CC線性恆流驅動方案

---

**RT7320**

1串

**RT7321**

2並2串/220V

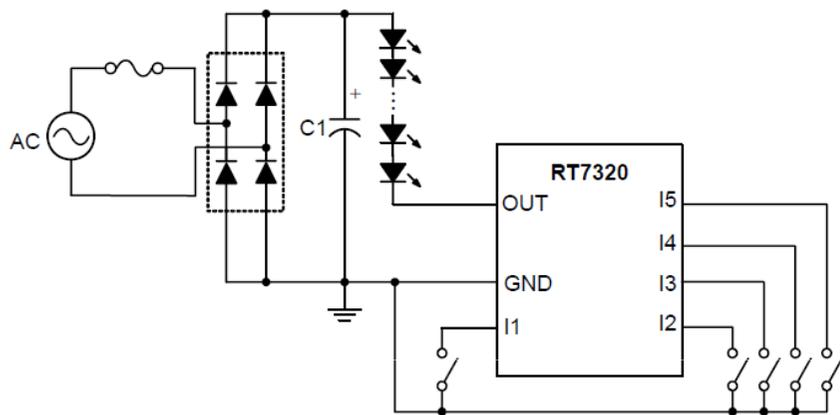
**RT7322**

2並2串/110V

- 低**BOM**成本
- 小尺寸
- 高可靠性，**LED**壽命有保障
- 容易設計和生產



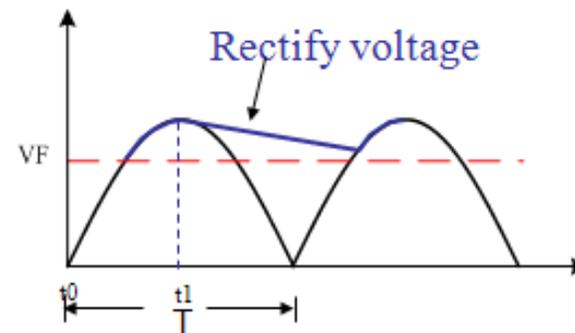
# RT7320 可編程輸出電流控制 & LED恒流驅動



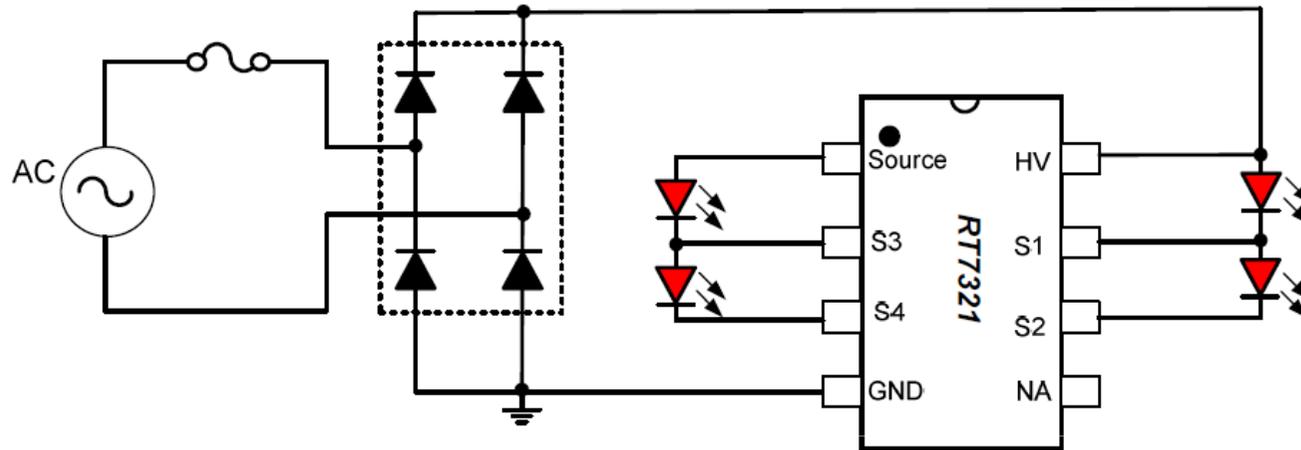
- 低PF值應用。增加一個10ohm電阻可以滿足PF>0.7 的要求
- 支持110V或220V應用或更低電壓DC恒流應用
- 輸出低電流紋波，可以做到無頻閃
- 可編程LED電流設定，簡單可靠
- 完善的過功率保護和熱平衡保護功能
- 沒有EMC的干擾

Pin	I1	I2	I3	I4	I5
Current	2.5mA	5mA	10mA	20mA	40mA

最大恒流電流 = 2.5+5+10+20+40=77.5mA



# RT7321/2 (2P2S) 多段式線性恒流驅動



- **RT7321** 用於**220V**電源系統, **RT7322** 用於**110V**電源輸入系統
- 架構簡單，甚至可以不需要任何電容
- **PFC > 0.9**
- **LED**的發光利用率比單串分段的高**16%**
- 沒有開機延遲
- 幾乎沒有**EMC**問題
- **QFN5x5** 封裝的**IC**支持可編程的電流設定，讓**LED**燈珠和電流比工作在最佳狀態
- **Richtek** 已經申請專利

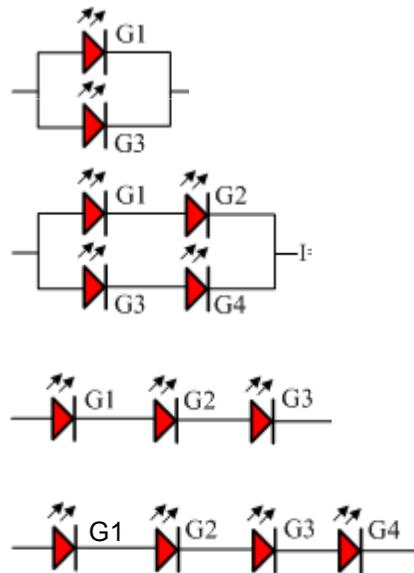
# RT7321 工作原理

## 最佳搭配

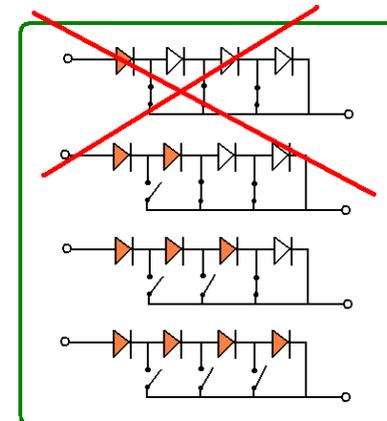
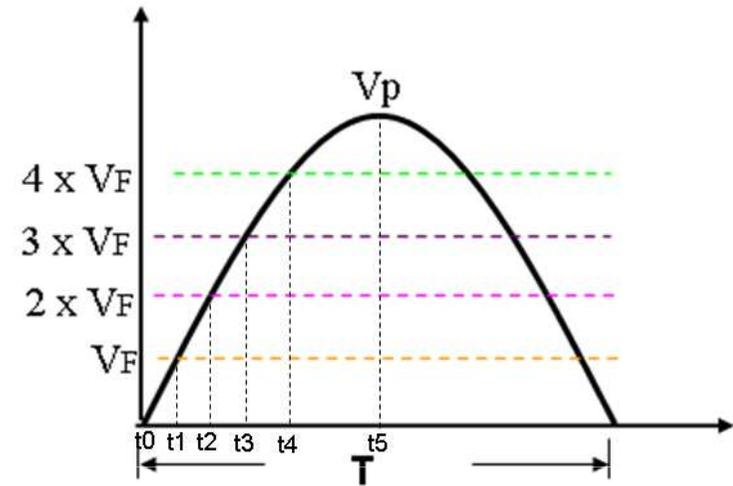
( If AC=110V, 60Hz, G1=G2=G3=G4, VF=30~40V)

( If AC=220V, 60Hz, G1=G2=G3=G4, VF=60~80V)

- t1~t2 : G1, G3 on
- t2~t3 : G1, G2, G3, G4 on
- t3~t4 : G1, G2, G3 on
- t4~t5 : G1, G2, G3, G4 on



RICHTEK分段线性恆流器件工作狀態



傳統的分段线性恆流器件工作狀態

# RT7321 可編程電流設置

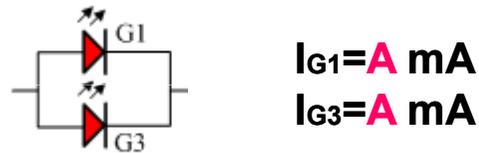
設置 **A/B** 電流

A: 10~45mA @ step=5mA

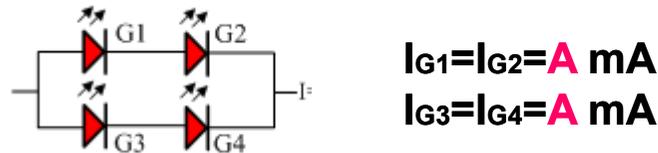
B: 0~35mA @ step=5mA

220Vac input example:  
Pin=5W → A=15 B=15  
Pin=8W → A=25 B=20

- t1~t2 : G1, G3 on



- t2~t3 : G1, G2, G3, G4 on



- t3~t4 : G1, G2, G3 on



- t4~t5 : G1, G2, G3, G4 on



# 效率測量數據

**A=20mA, B=20mA, LED=70V**

2P2S-7.7W											
$V_{in}$ (V <sub>ac</sub> )	LED $V_F$ (V)	$I_{in}$ (mA)	$P_{in}$ (W)	PF	$P_{LED1}$ (W)	$P_{LED2}$ (W)	$P_{LED3}$ (W)	$P_{LED4}$ (W)	$P_{LED}$ (W)	Efficiency	THD
200	4x70	34.29	6.3	0.915	1.851	1.462	1.676	0.618	5.607	89.00%	39%
220	4x70	36.15	7.5	0.938	1.917	1.75	1.893	1.184	6.744	89.92%	34%
240	4x70	29.671	8.5	0.95	2.069	1.933	2.037	1.572	7.611	89.54%	31%

**A=15mA, B=15mA, LED=70V**

2P2S-5.9W											
$V_{in}$ (V <sub>ac</sub> )	LED $V_F$ (V)	$I_{in}$ (mA)	$P_{in}$ (W)	PF	$P_{LED1}$ (W)	$P_{LED2}$ (W)	$P_{LED3}$ (W)	$P_{LED4}$ (W)	$P_{LED}$ (W)	Efficiency	THD
200	4x70	25.98	4.9	0.935	1.338	1.17	1.278	0.605	4.391	89.61%	35%
220	4x70	27.657	5.8	0.949	1.51	1.347	1.44	0.945	5.242	90.38%	31%
240	4x70	28.84	6.66	0.957	1.643	1.525	1.623	1.317	6.108	91.71%	29%

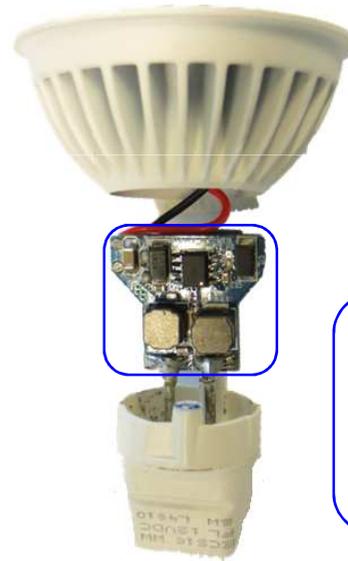
**THD improvement**

**A** ↓ 或 **B** ↑ 能提高 THD. **A=10, B=40 can reach THD=16%.**

# Richtek 最優秀的MR-16驅動方案

電子變壓器（ET）是設計用於線性鹵素燈的產品，它必須依靠負載反饋才能正常連續的工作，當用於具有容性和感性的傳統恆流驅動的LED燈來代替線性鹵素燈時，會使電子變壓器工作於不正常狀態下，造成效率損耗以及燈的閃爍。由於啓動電流大，也很容易損壞驅動或電子變壓器本身

Richtek 在這方面進行了深入的研究並推出了專用驅動IC，可以讓你的產品兼容到全球95%以上的電子變壓器！

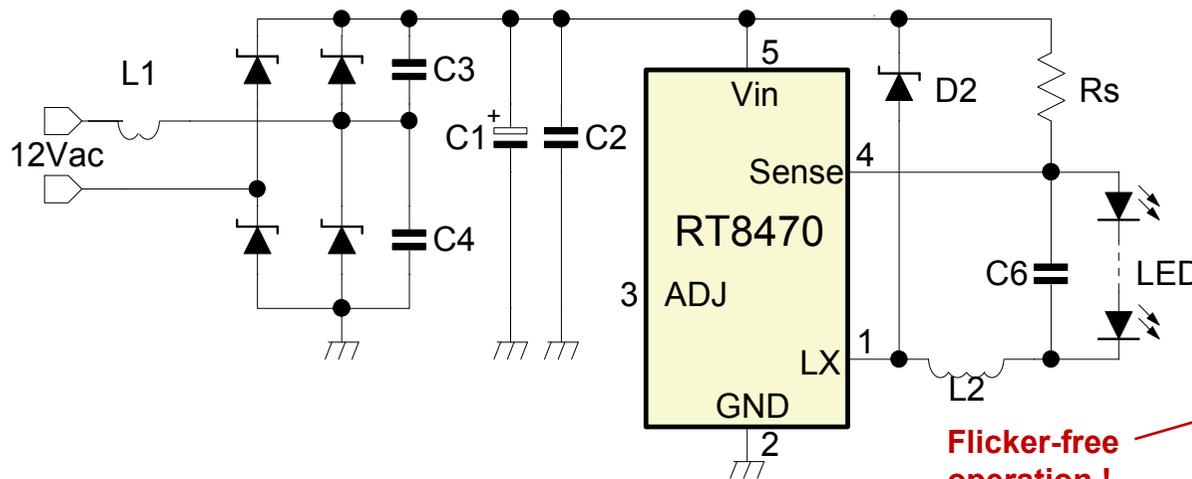
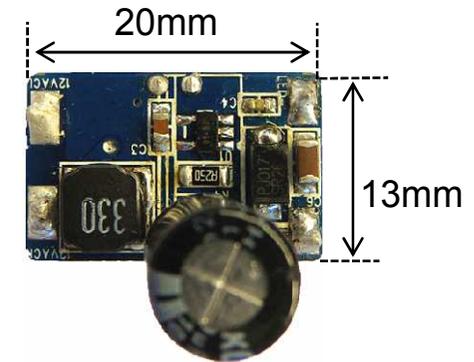


智能的LED驅動器可以控制並改變LED燈的輸入電流，可以匹配更多的電子變壓器  
→ 真正的無閃爍應用，用高速攝像機也看不到條紋！

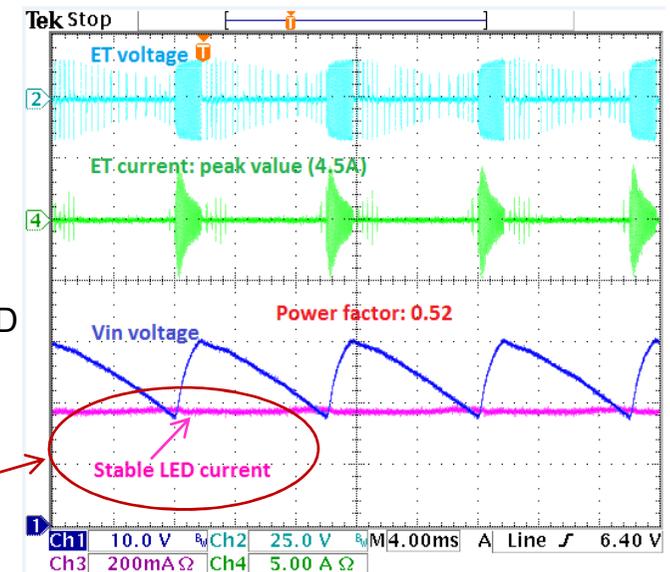
# 低成本小功率 MR-16 驅動方案: RT8470

重要特性：

- 非常低的成本和小型化的PCB
- 單級降壓轉換器
- 適用於1/2/3串的LED，輸出功率高達5W  
約70%以上的電子變壓器(ET)兼容性



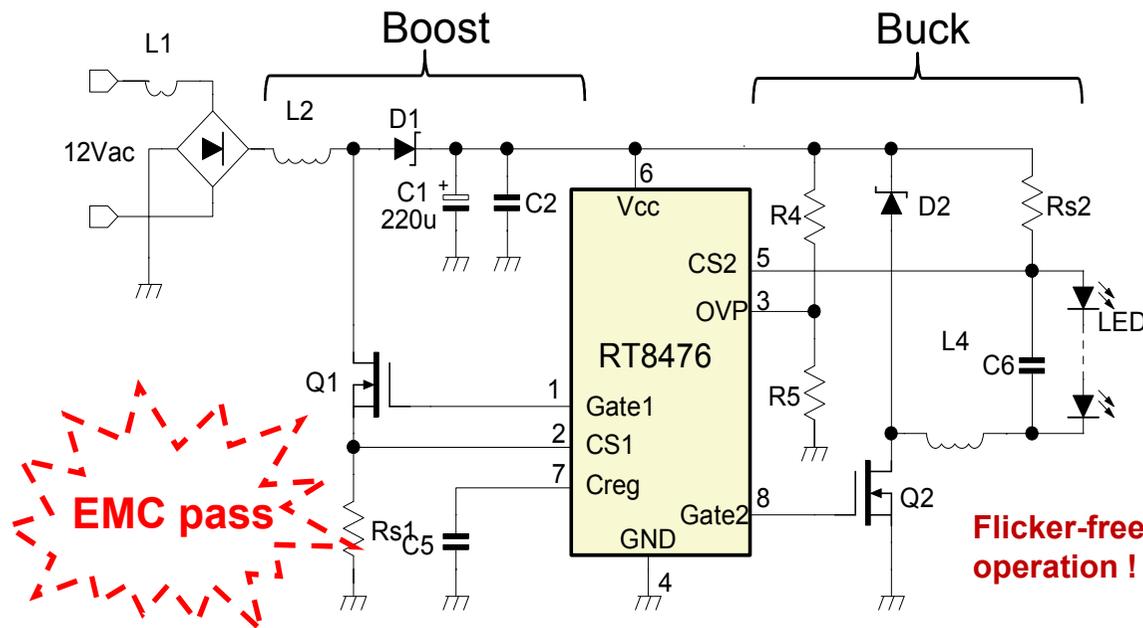
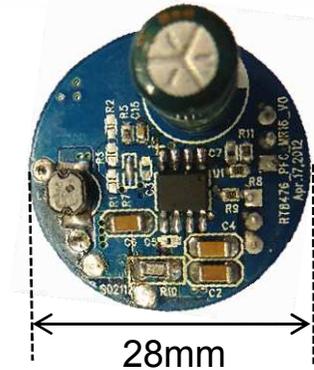
Flicker-free operation !



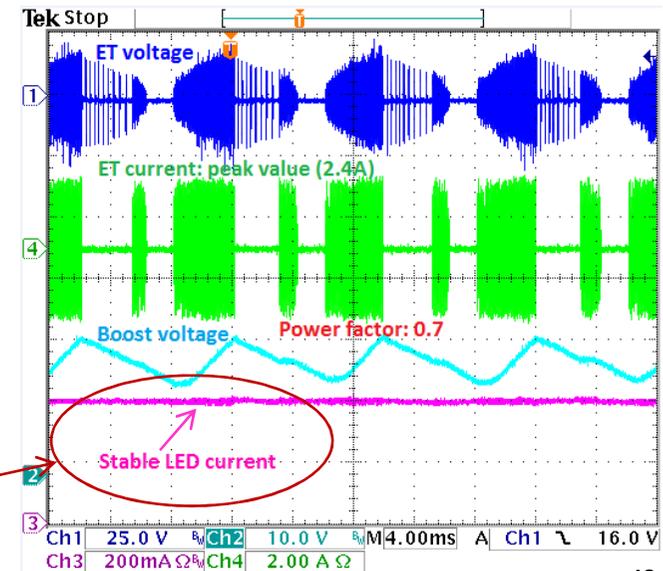
# 兩級式高功率應用 MR-16/AR111 方案: RT8476

## 重要特性：

- 可調整的輸入峰值電流進而達到**95%的ET兼容性**
- **高功率解決方案可驅動1/2/3/4/5串LED: 輸出功率可達15W**
- 低輸入浪湧電流
- 寬輸入電壓範圍可達**40V**，有效提升系統可靠性
- 好的**PF: 0.8~**



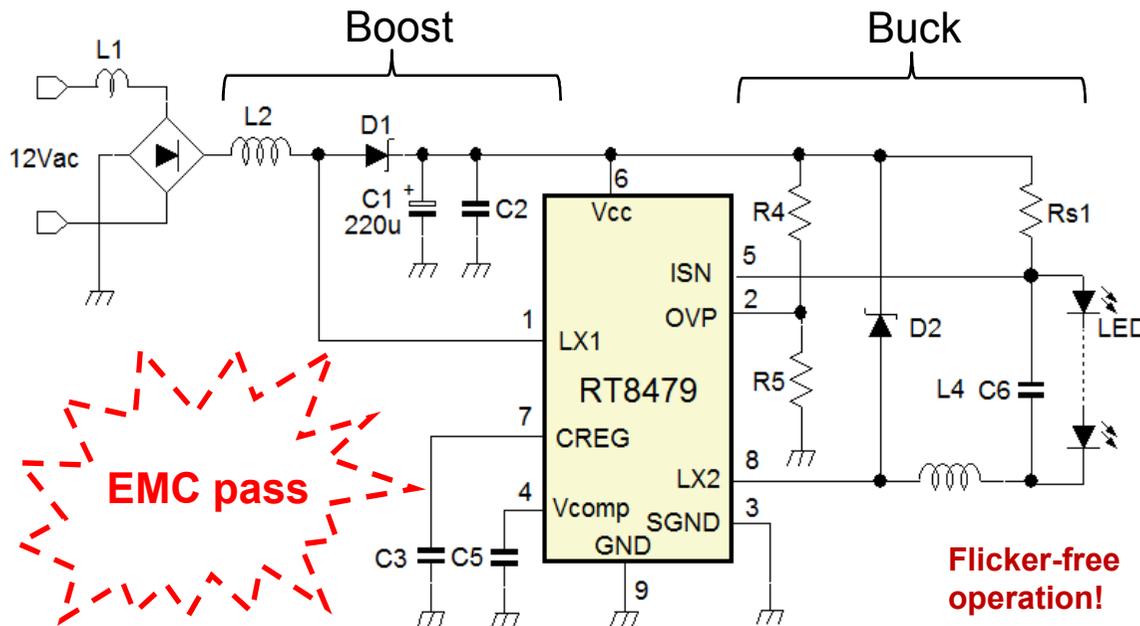
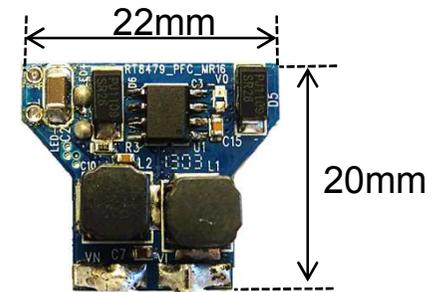
Electronic transformer : OSRAM HTM-70



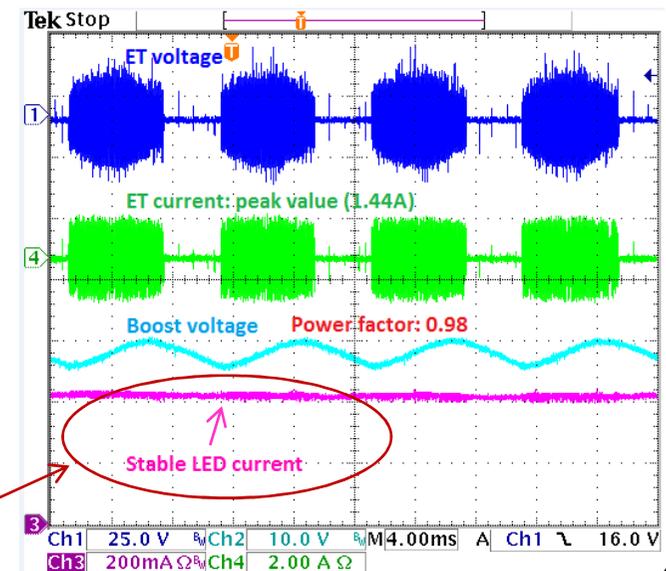
# 兩級式中小功率 MR-16方案: RT8479C

重要特性：

- 閉迴路控制系统，最高**功率因數高達0.98**。
- 智能輸入電流控制可符合**95%的ET兼容性**。
- **集成的MOSFET**符合低**BOM成本**、低**PCB空間需求**
- 極低的輸入浪湧電流，高效率。
- 寬輸入電壓範圍可達**40V**，有效提升系統可靠性
- **中小功率解決方案可驅動1/2/3/4/5串LED**，**功率可達7W**



Electronic transformer : OSRAM HTM-70



# Summary of Richtek solutions for MR16

---

Scenario	Stages	BOM	LED power	ET compatibility	Power factor
RT8470	Single (Buck)	Very low	Up to 5W	Average	Low (0.5)
RT8476	Two (Boost+Buck)	Medium	Up to 15W	Excellent	Medium (0.8)
RT8479	Two (Boost+Buck)	Low	Up to 7W	Excellent	High (0.96)

# DC/CC LED恒流驅動 – 多拓撲架構

外置MOS

**RT8452/82**

48V

**RT8462**

60V

**RT8475**

90V

**RT8485**

150V

內建MOS

**RT8450B**

60V

Ron=0.8Ω

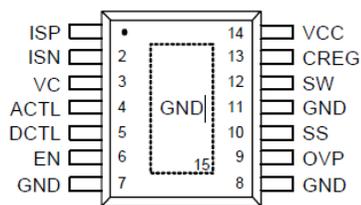
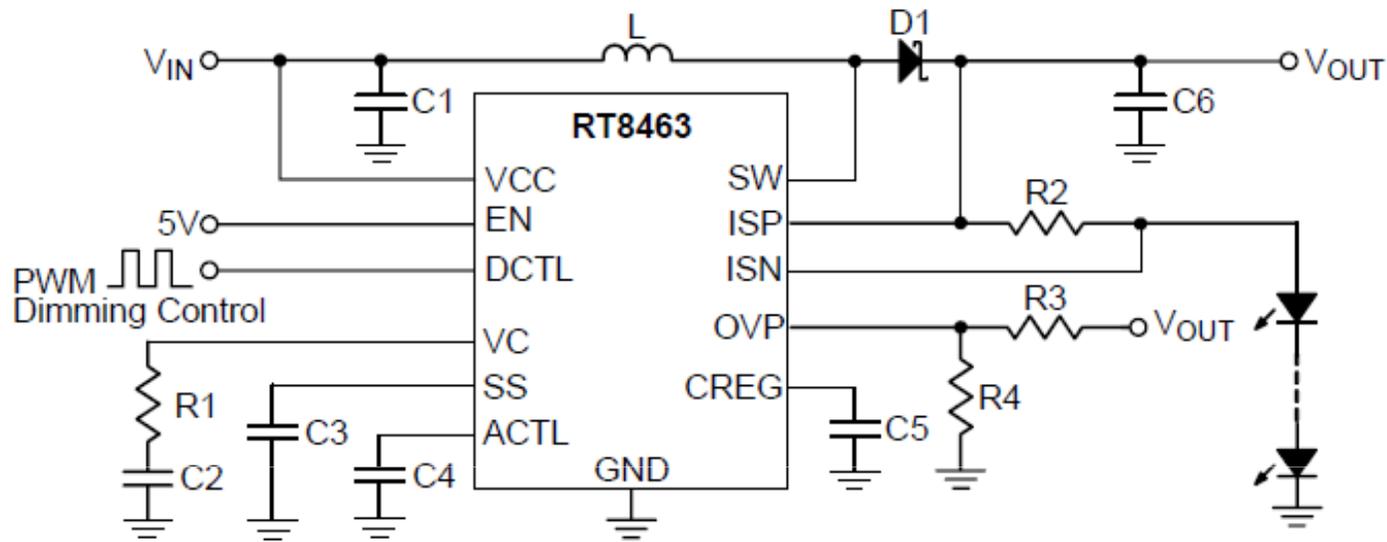
**RT8463**

50V

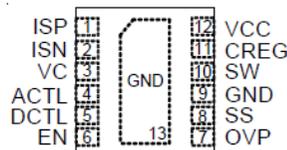
Ron=0.33Ω

1. 可支持升壓、降壓、升降壓恒流三種模式控制
2. 閉迴路控制機制增加系統穩定度
3. 平均電流偵測模式及差分採樣輸入
4. 支持數字和模擬信號調光

# RT8463 簡介-中小功率升壓恒流



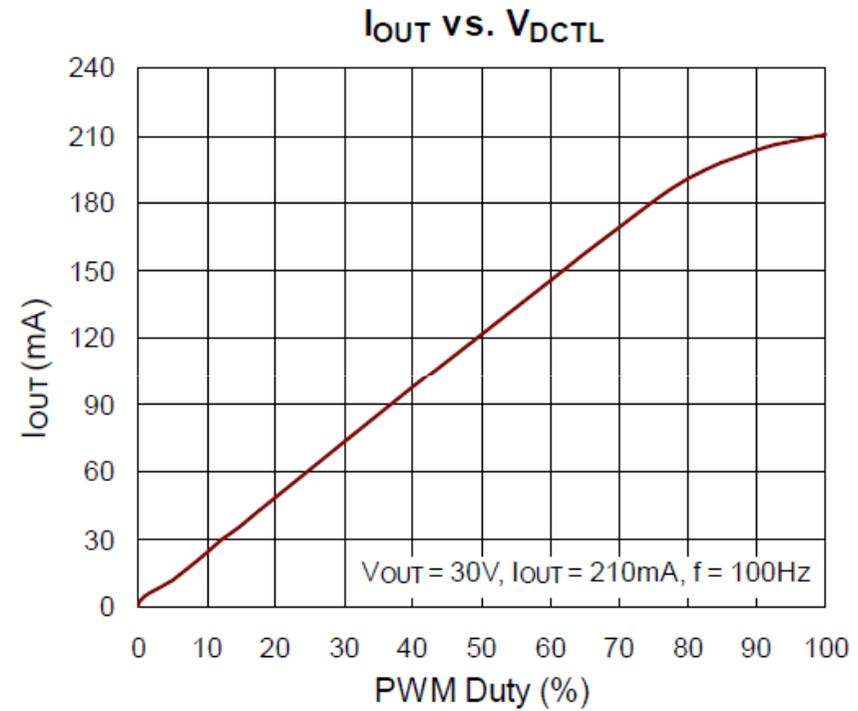
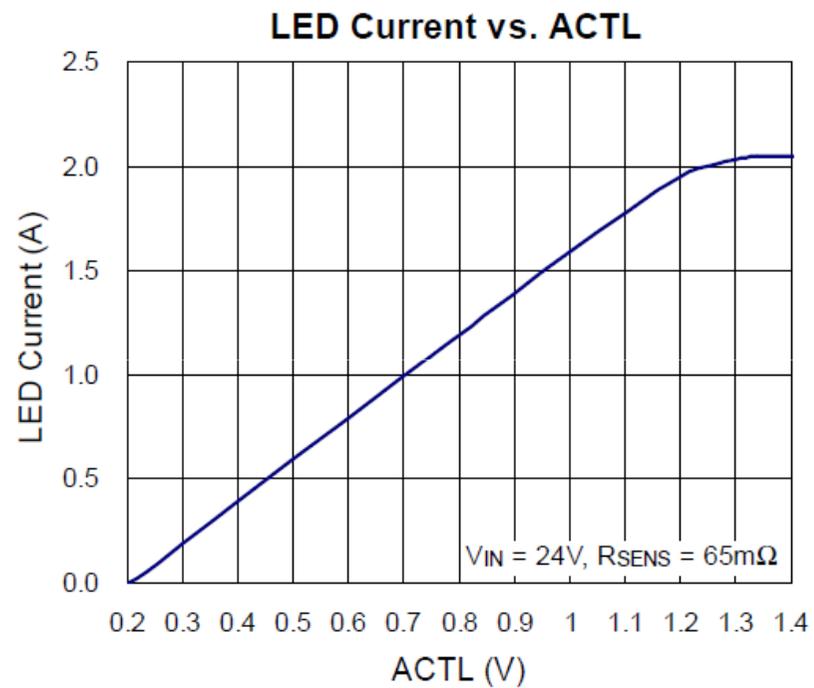
TSSOP-14 (Exposed Pad)



WDFN-12L 3x3

- 工作電壓4.5~50V
- 內建2A功率MOS
- 平均電流偵測
- 差分電流採樣
- 支持數字信號模擬信號調光同時支持數字轉模擬的調光形式。

# 調光信號輸入對應輸出電流



# RT8462簡介-典型的中大功率升壓恒流

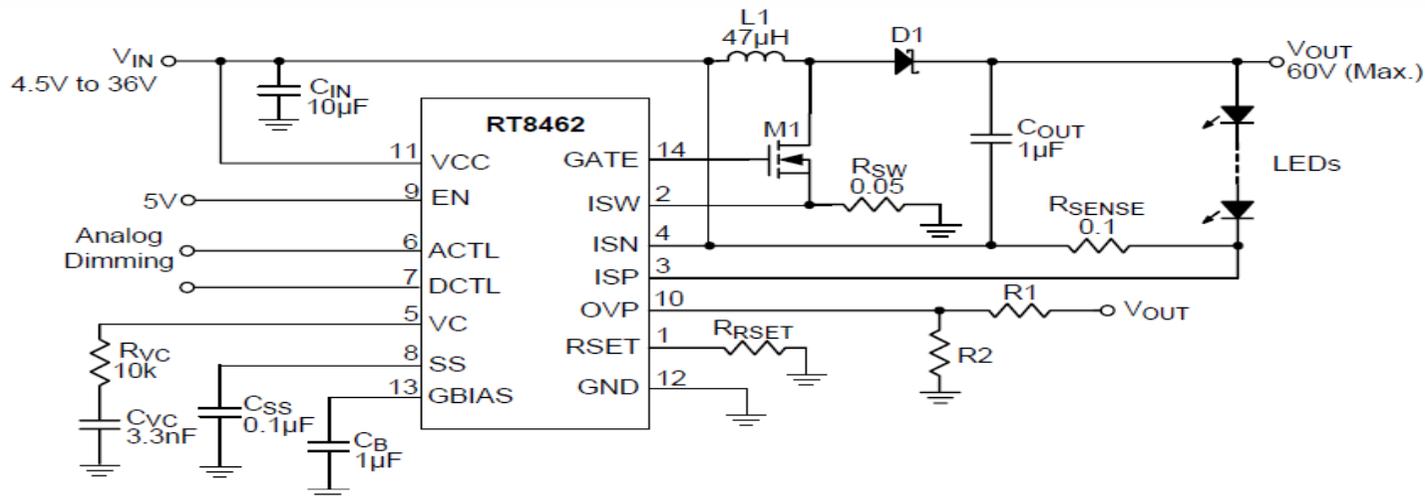
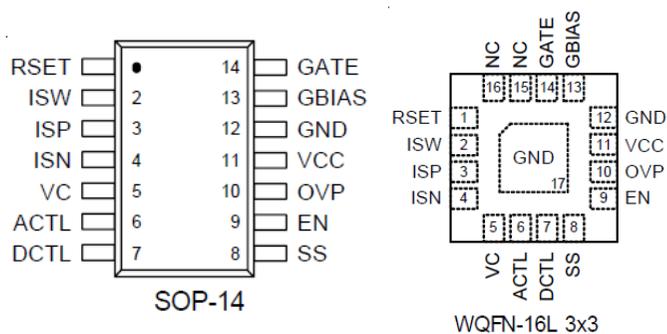


Figure 3. Analog Dimming in Buck-Boost Configuration



1. 工作電壓4.5~36V 支持輸入VIN電壓高達60V
2. 外置功率MOS，最大可以支持100+W
3. 工作頻率可調
4. 平均電流偵測
5. 差分電流採樣
6. 支持數字信號模擬信號調光，支持數字轉模擬的調光形式。



即將推出符合汽車應用規範AECQ100版本的RT8494

# DC/CC LED 驅動- 單級降壓恒流

閉迴路控制模式  
平均電流偵測  
差分輸入採樣

## RT8453B

內建功率BJT  
輸入支持到40V  
雙極晶體管工藝  
電流控制模式  
平均電流偵測

P-SOP8封裝

## RT8474A

內建功率MOS  
輸入支持到60V  
 $R_{on}=0.17\Omega$   
電流控制模式  
平均電流偵測

P-SOP8封裝

## RT8477A

外置功率MOS  
輸入支持到60V  
電流控制模式  
平均電流偵測

P-SOP8封裝

遲滯迴路控制模式

## RT8470

內建1.5A MOS  
輸入支持到30V  
遲滯電流控制模式  
峰值電流檢測

TSOT23-5, PSOP8

## RT8471

內建1.5A MOS  
輸入電壓36V  
遲滯電流控制模式  
峰值電流檢測

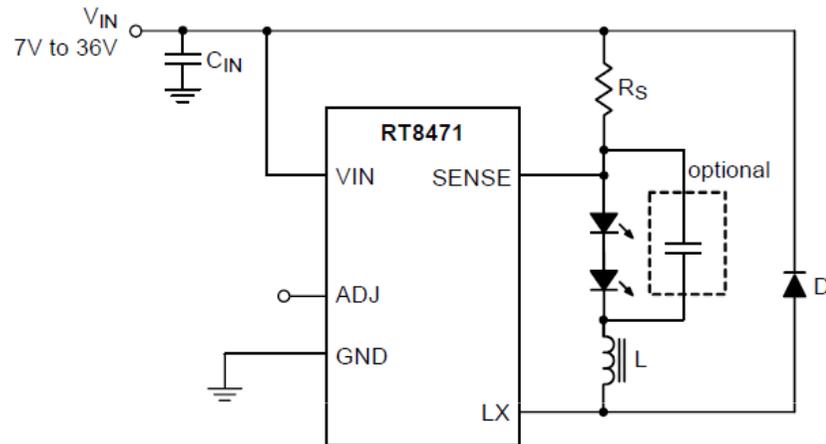
TSOT23-5, PSOP8

## RT6010

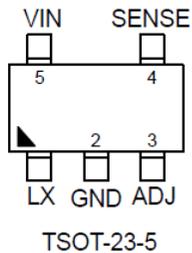
雙通道低端電流偵測  
遲滯模式恒流驅動

SOP-16封裝

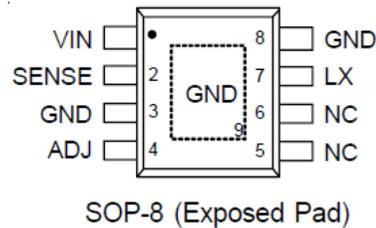
# RT8471 低成本遲滯模式降壓恒流



1. 工作電壓7~36V
2. 內建1.2A MOS (PSOP-8 1.5A)
3. 支持數字和模擬信號調光
4. SOT23-5封裝和PSOP-8封裝
5. 符合低成本、空間設計需求



TSOT-23-5



SOP-8 (Exposed Pad)

- RT8472: 寬電壓範圍 4.5V~30V
- RT8473: 高頻率版本，電感小，紋波低



**RICHTEK**  
your power partner.

thank you.

<http://www.richtek.com/LED>