

## IC 1A LED 內部開關驅動器

### 概述

- TTP932 為一高效率、恆定電流、連續模式的電感降壓轉換器，設計用來驅動恆定電流給高功率 LED（單或多），只有 4 個外部元件，TTP932 可在輸入電壓寬至 5V 到 33V 工作，提供高達 1A 的外部可調輸出電流。
- TTP932 特別設計用於 PFM 控制器，可增強效率至高達 95%，可藉由外部修改電阻來調整輸出電流，並可透過在 DIM 接腳加上外部控制訊號，進行控制，DIM 接腳亦可接受 PWM 波形進行調光。

此外，為確保系統可靠度，TTP932 內建有過熱保護，以及 LED 開路短路保護，以免系統受損。

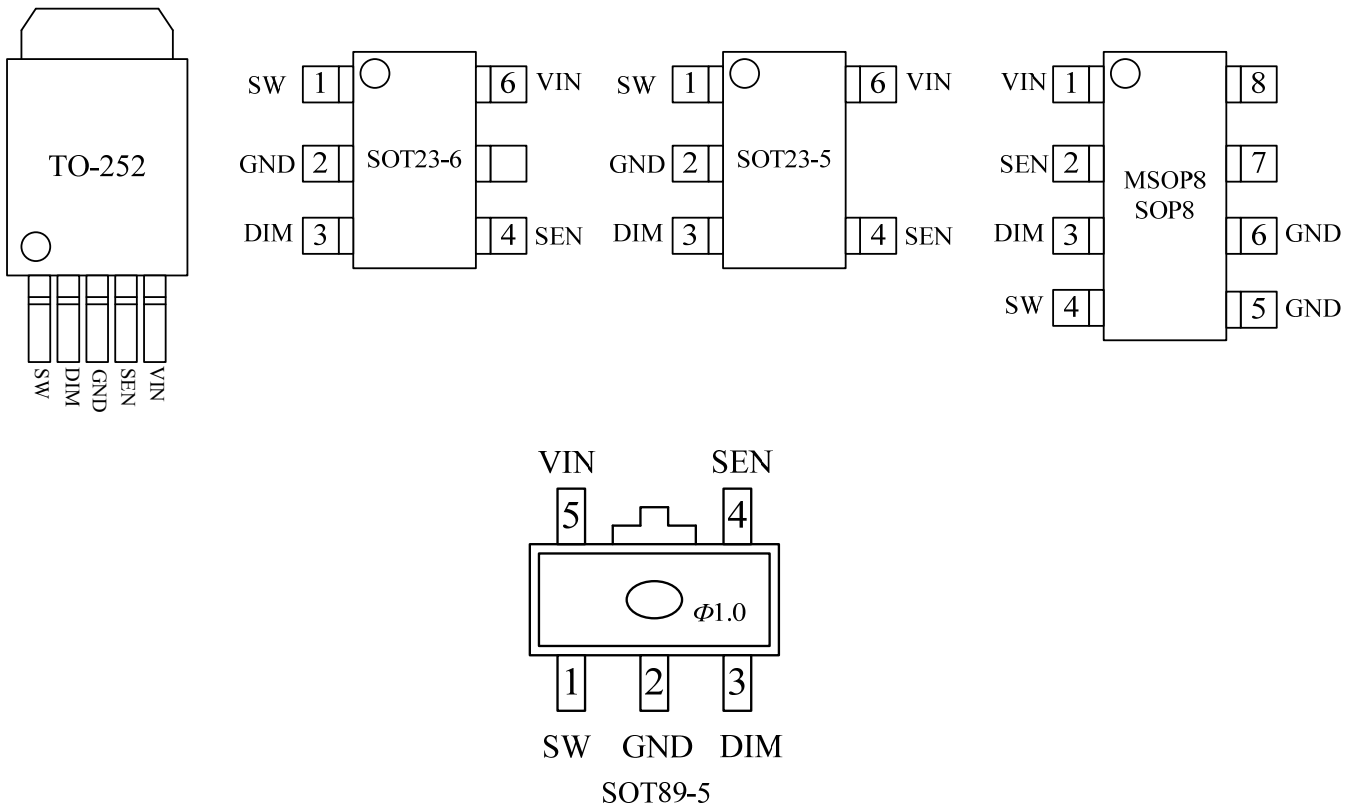
### 特點

- 1A 輸出電流
- 寬的輸入電壓範圍：5V ~ 33V
- 高效率（高達 95%）
- 內置 NDMOS 功率切換
- PWM 單一接腳控制 開／關及亮度
- 遲滯式 PFM，改善輕載時的效率
- 具高溫、軟啟動、LED 開－短路偵測保護
- 只有 4 個外部元件
- 高達 1Mhz 切換頻率
- 典型 3%輸出電流精確度

### 應用範圍

- 高功率 LED 照明
- 車輛 LED 照明
- 低電壓工業照明
- LED 背光照明
- 恆定電流源

## 封裝類型



SOT23-6 : TTP932B

TO252-5 : TTP932C

MSOP8 (附導熱片) : TTP932D

SOP8 : TTP932E

SOT89-5 : TTP932F1

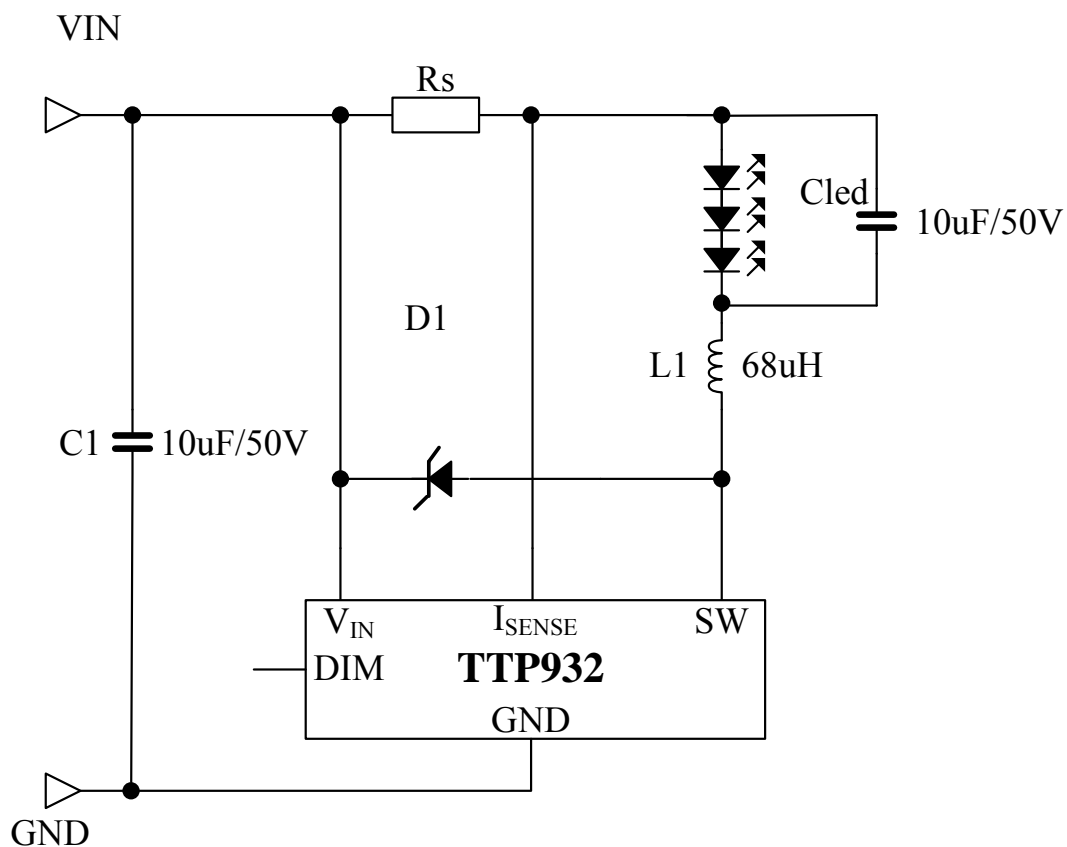
SOT23-5 : TTP932J

## 腳位說明

腳位名稱	腳位定義
SW	NDMOS 開關汲極 (Drain of NDMOS switch)
GND	電源負極
DIM	調光控制接腳
ISEN	由此接腳將電阻RS連接至VIN，定義平均輸出電流
VIN	電源正極

應用電路

典型應用電路



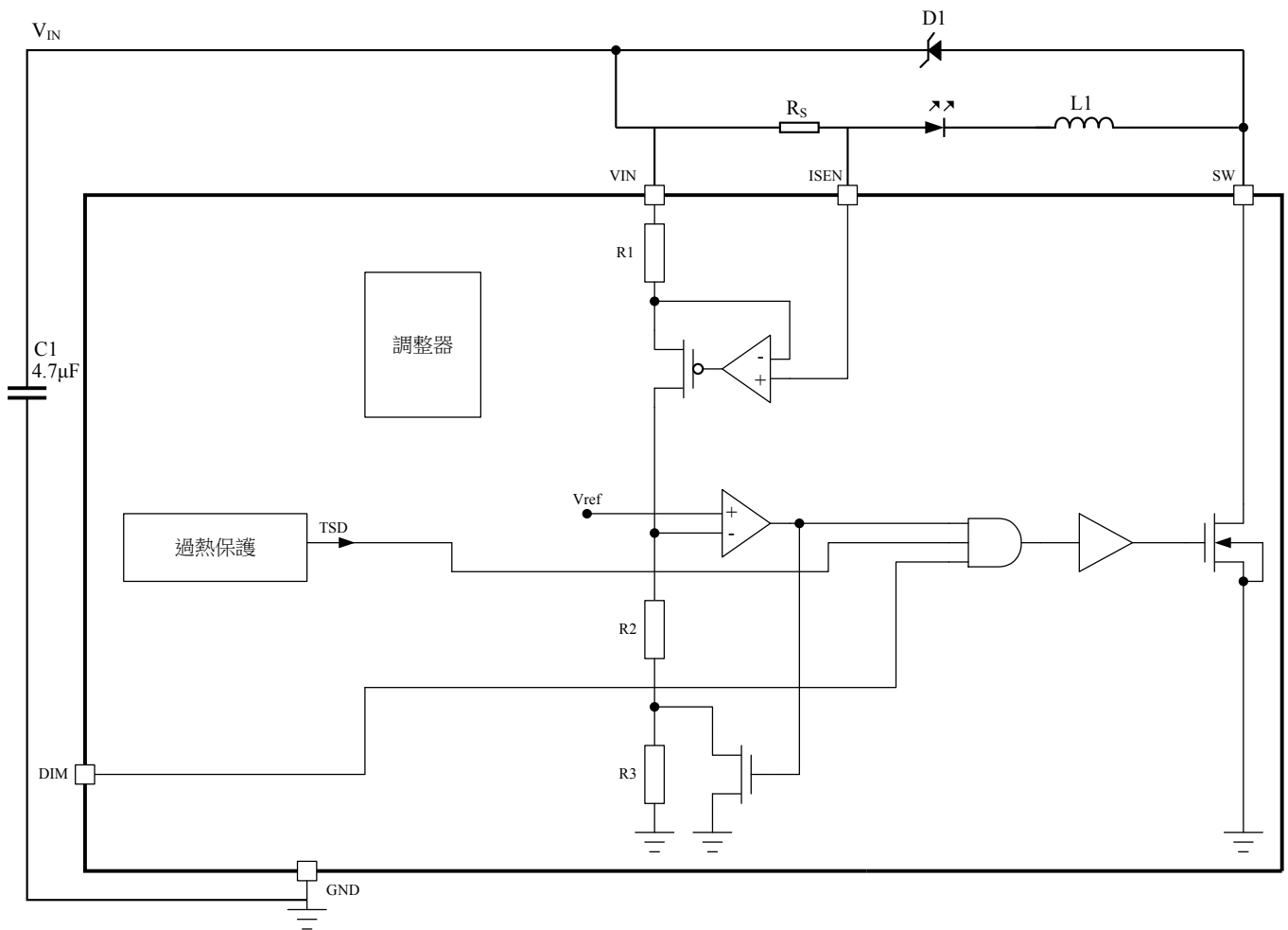
**電氣特性**

- 最大絕對額定值

參數	符號	值	單位
工作電壓	V <sub>IN</sub>	0-33 (40V 持續 0.5 秒)	V
輸出電流	I <sub>OUT</sub>	1.25	A
SW 腳位上的持續電壓	V <sub>SW</sub>	-0.5~33 (40V 持續 0.5 秒)	V
功率消耗*	SOP8	1.4	W
	MSOP8 (thermal PAD)	1.45	
	TO252	2.8	
	SOT23-6	1.2	
	SOT23-5	1.2	
	SOT89-5	1.45	
熱阻	SOP8	89.3	°C/W
	MSOP8 (thermal PAD)	86.2	
	TO252	44.6	
	SOT23-6	104.2	
	SOT23-5	104.2	
	SOT89-5	86.2	
工作溫度	Top	-40°C - +85°C	°C
儲存溫度	T <sub>sto</sub>	-55°C - +150°C	°C
內部溫度 (Junction Temperature)	T <sub>J-MAX</sub>	150	°C
* 雙層 PCB 尺寸為 22mm*20mm			
** 功率消耗取決於 PCB 佈局			

- DC / AC 特性：(測試條件：V<sub>IN</sub>=12V、V<sub>OUT</sub>=3.6V、L<sub>1</sub>=68uH、C<sub>IN</sub>=C<sub>OUT</sub>=10uF、T<sub>a</sub>= 25 °C；除非另有說明。)

參數	符號	測試條件	最小值	典型值	最大值	單位
工作電壓	V <sub>IN</sub>		5	-	33	V
工作電流	I <sub>IN</sub>	V <sub>IN</sub> = 5V~33V	-	1	2	mA
輸出電流	I <sub>OUT</sub>		-	-	1	A
輸出電流精確度	ΔI <sub>OUT</sub> /I <sub>OUT</sub>	150mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 1A	-	±3	±5	%
轉換效率		V <sub>IN</sub> =12V、I <sub>OUT</sub> =350mA、 V <sub>out</sub> =10.8V	-	95	-	%
SW 電壓差	ΔV <sub>sw</sub>	I <sub>OUT</sub> =1A	-	0.5	-	V
內部傳送延遲時間	T <sub>PD</sub>		100	200	300	NS
輸入電壓	V <sub>IH</sub>		3.5	-	5	V
	V <sub>IL</sub>		-	-	0.5	V
傳感測遲滯閾值	V <sub>SENSEHYS</sub>		-	±15	-	%
電流平均值檢電壓測門限	V <sub>SENSE</sub>		95	100	105	Mv
Switch 導通阻抗	R <sub>DS(ON)</sub>	V <sub>IN</sub> =12V、I <sub>OUT</sub> =350mA、 V <sub>out</sub> =10.8V	-	0.5	1	Ω
Switch 最小導通時間	T <sub>ONmin</sub>		100	350	450	ns
Switch 最小截止時間	T <sub>OFFmin</sub>		100	350	450	ns
推薦工作站空比範圍	D <sub>sw</sub>		0.2	-	0.8	-
最大工作頻率	Freq <sub>MAX</sub>		40	-	1000	KHz
過溫開關保護	T <sub>SD</sub>		145	160	175	°C
熱保護遲滯	T <sub>SD-HYS</sub>		-	20		°C
加在DIM腳位上的PWM信號的占空比範圍	Duty <sub>DIM</sub>	PWM 頻率 = 1KHz	0.01	-	1	-
輸出電流上升時間	T <sub>r</sub>	V <sub>OUT</sub> = 3.6V、I <sub>OUT</sub> =350mA、 f <sub>DIM</sub> =1kHz、Duty <sub>DIM</sub> =50%	-	20	-	ns
輸出電流下降時間	T <sub>f</sub>	V <sub>OUT</sub> = 3.6V、I <sub>OUT</sub> =350mA、 f <sub>DIM</sub> =1kHz、Duty <sub>DIM</sub> =50%	-	20	-	ns

**方塊圖**

**裝置說明**

裝置結合線圈 (L1) 及電流感測電阻 (RS)，構成自振盪的連續模式降壓電源轉換器。

**I. 操作流程 (參閱方塊圖及圖 1-操作波形)**

了解操作的最佳方式，是假設裝置的 DIM 接腳是未連接的，且在此腳位 (VDIM) 上的電壓，直接出現在比較器的 (+) 輸入上。

首次施加輸入電壓 VIN 時，L1 和 RS 的初始電流為零，且電流檢測電路的沒有輸出，在此情況下，到比較器的 (-) 輸入是低電平的且其輸出很高，這使得 MN 打開，並將 SW 接腳切換至低電平，造成電流從 VIN 經由 RS、L1 和 LED(s) 流向接地，由 VIN 和 L1 決定電流上升率，以產生通過 RS 的電壓斜度 (VSENSE)。利用電流感測迴路將供應的參考電壓 VSENSE 推送通過內部電阻 R1，並在電阻 R2 和 R3 上產生一個與電流成比例上升的電壓，這會在比較器的 (-) 輸入產生一接地參考上升電壓，當此超過門檻電壓 (Vref)，比較器輸出切換為低電平，且 MN 關閉，比較器輸出亦驅動另一個 NMOS 開關，其繞過內部電阻 R3，以提供一受控制的滯後量，R3 設定的滯後為 VADJ 定義值的 15%。

當 MN 關閉時，L1 中的電流繼續經由 D1 及 LED(s) 流回 VIN，電流下降率由 LED(s) 和二極體的順向電壓決定，以在比較器的輸入上產生下降的電壓，當此電壓回到 VADJ 時，比較器輸出再次切換至高電平，此事件週期會重複，且比較器輸入會在  $V_{ref} \pm 15\%$  的範圍內斜向上或斜向下 (ramping)。

## II. 開關切換閾值

當  $V_{ADJ} = V_{REF}$  時,  $R1$ 、 $R2$  和  $R3$  的比值定義出  $100mV$  的平均  $V_{SENSE}$  切換門檻值(在  $I_{SENSE}$  腳位上相對於  $V_{IN}$  的量測值), 接著, 即可用此電壓和  $R_S$ , 定義平均輸出電流  $I_{OUTnom}$ , 依據:

$$I_{OUTnom} = 100mV/R_S$$

額定漣波電流 (ripple current) 為  $\pm 15mV/R_S$

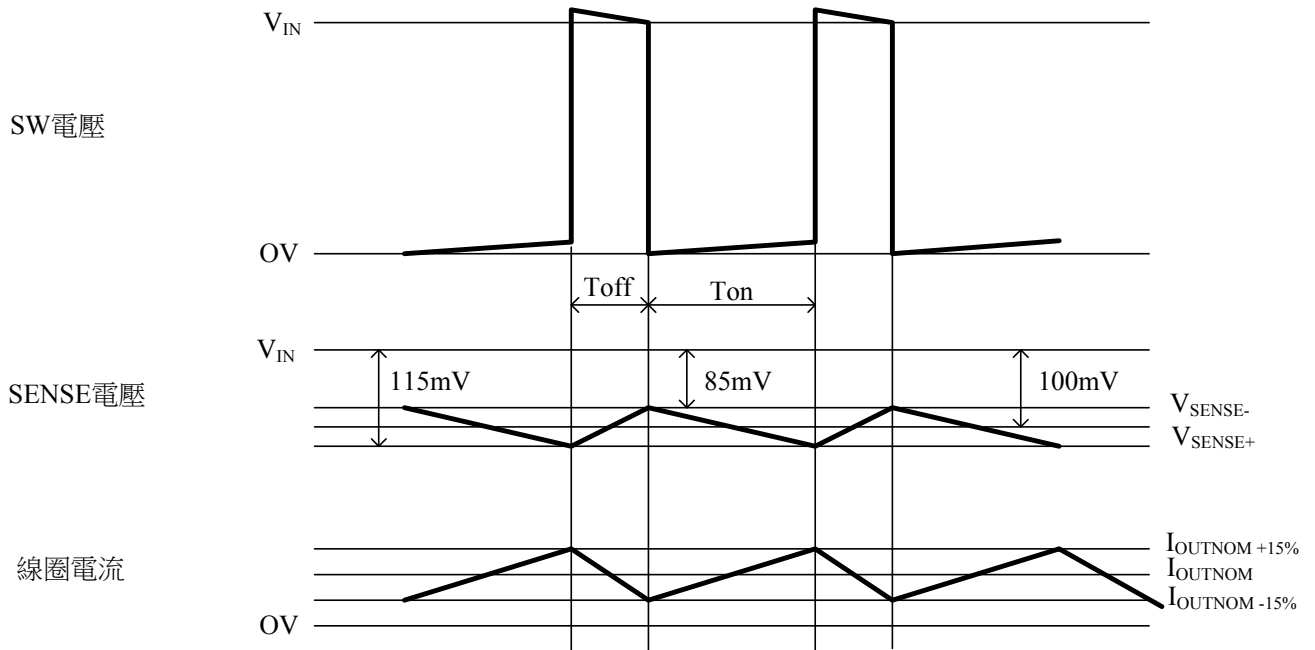
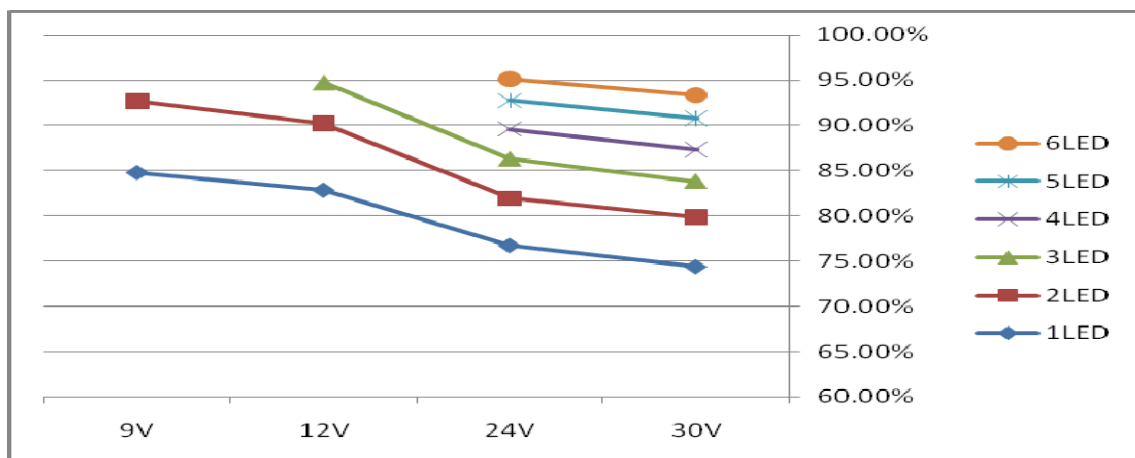


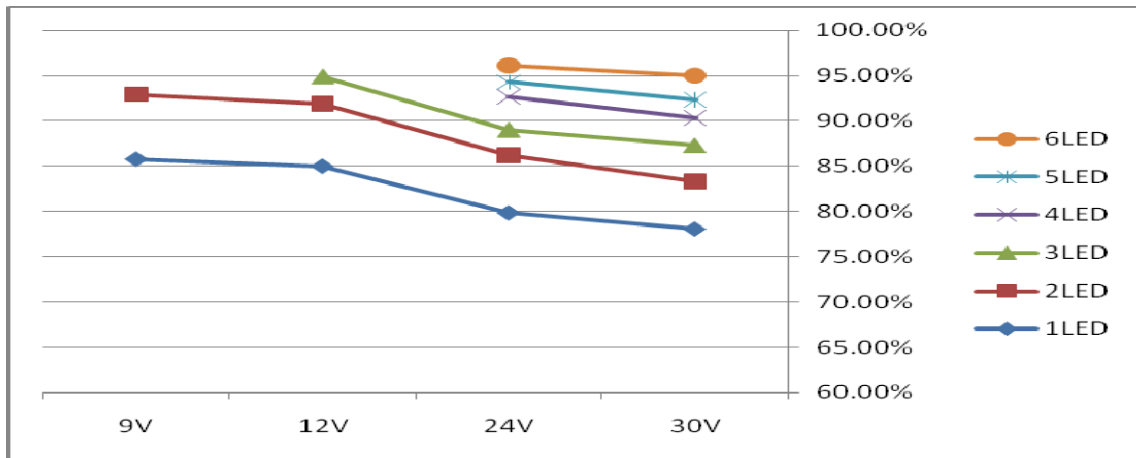
圖1-操作波形

## III. 典型性能特徵

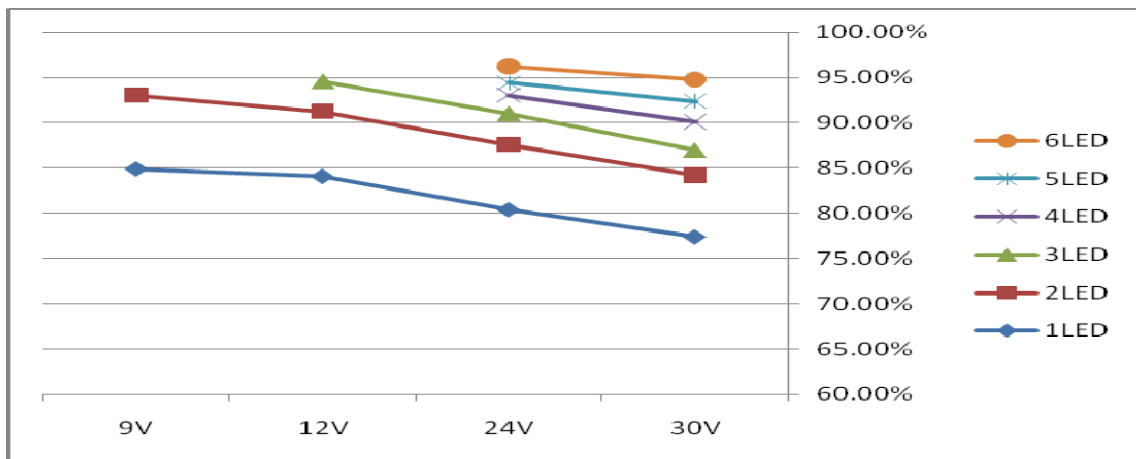
### 1. 不同 LED 串接數量的效率 vs. 輸入電壓



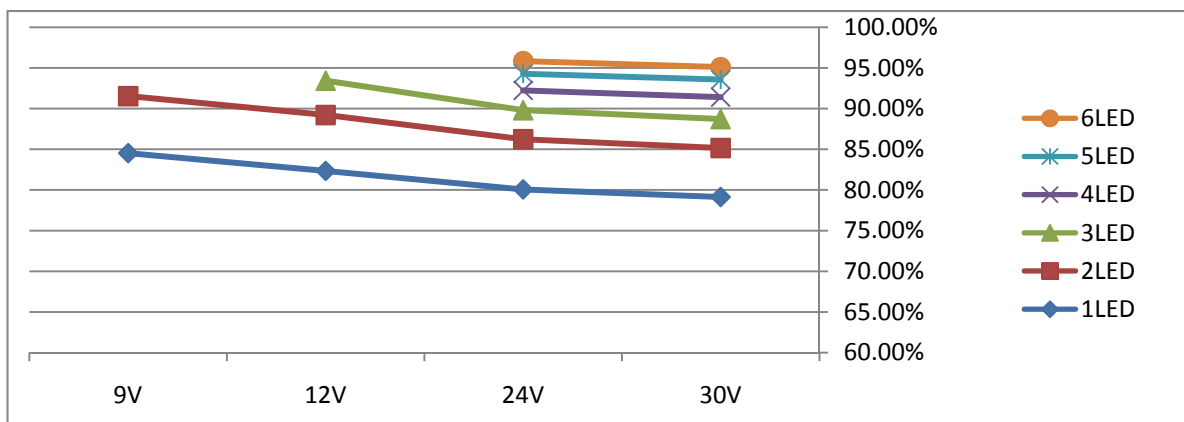
效率 vs. 輸入電壓 @ $L=22\mu H$ 、 $I_{OUT}=370mA$



效率 vs. 輸入電壓 @L=68uH、I<sub>OUT</sub>=370mA

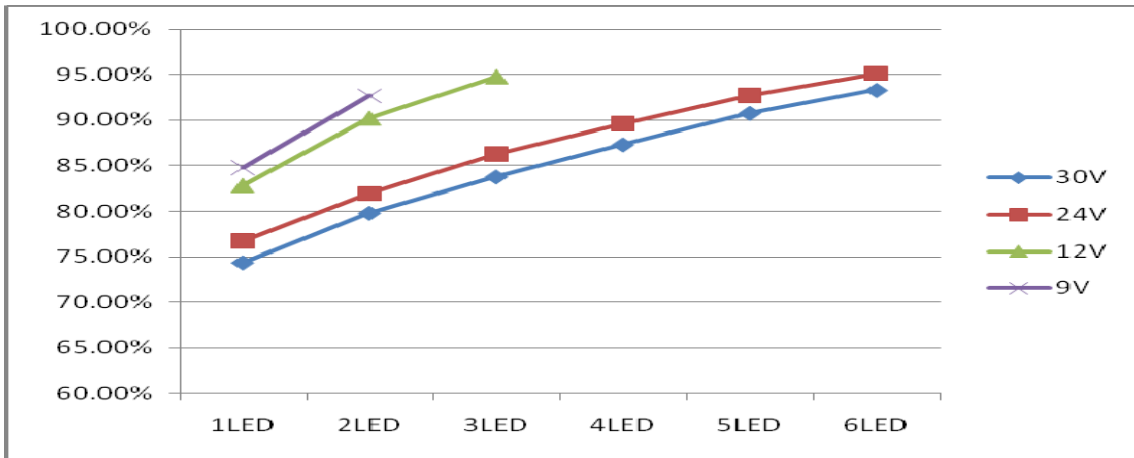


效率 vs. 輸入電壓 @L=100uH、I<sub>OUT</sub>=370mA

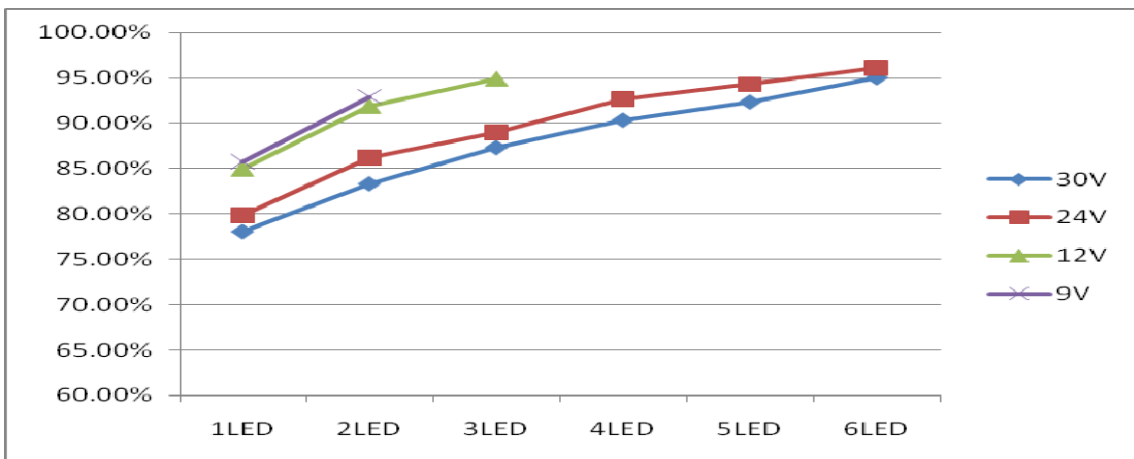


效率 vs. 輸入電壓 @L=68uH、I<sub>OUT</sub>=770mA

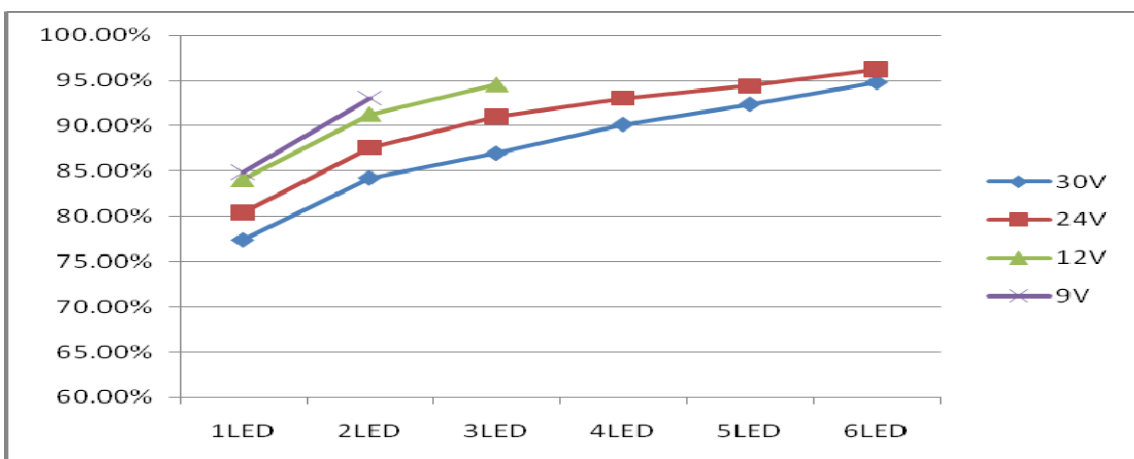
2. 不同輸入電壓下的效率 vs. LED 串接數量



效率 vs. LED串接數量 @L=22uH、I<sub>OUT</sub>=370mA

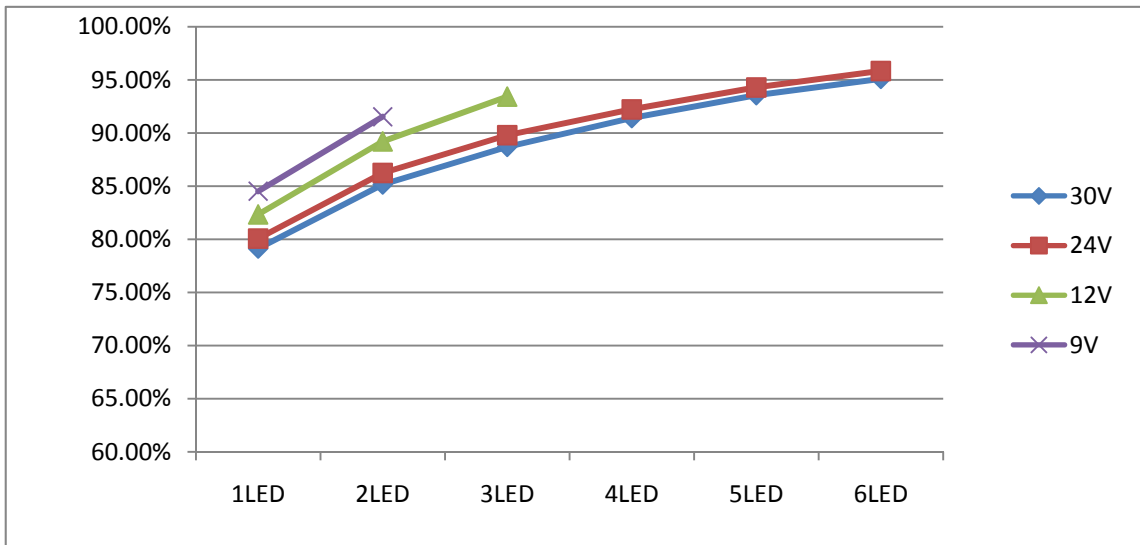


效率 vs. LED串接數量 @L=68uH、I<sub>OUT</sub>=370mA



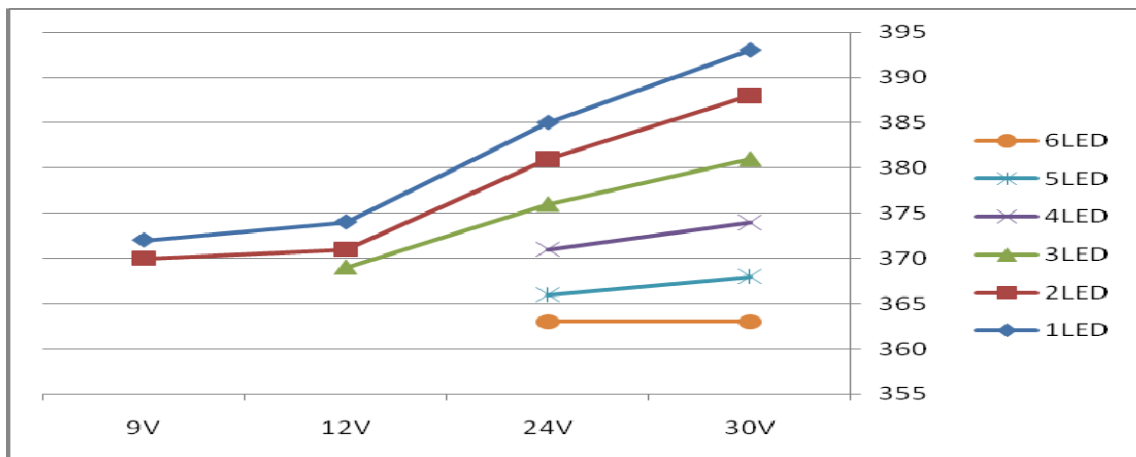
效率 vs. LED串接數量 @L=100uH、I<sub>OUT</sub>=370mA



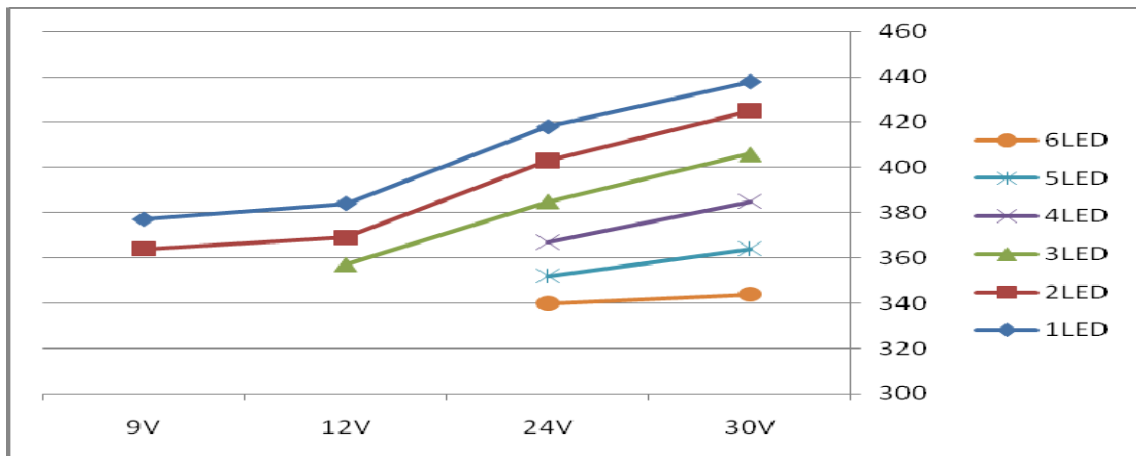


效率 vs. LED串接數量 @L=68uH、I<sub>OUT</sub>=770mA

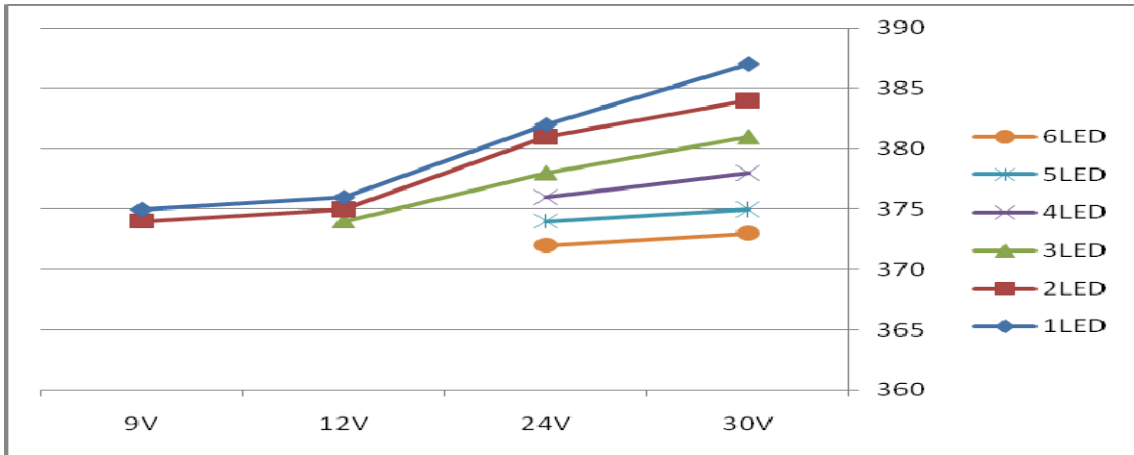
3. 不同 LED 疊接數量的輸出電流 vs. 輸入電壓



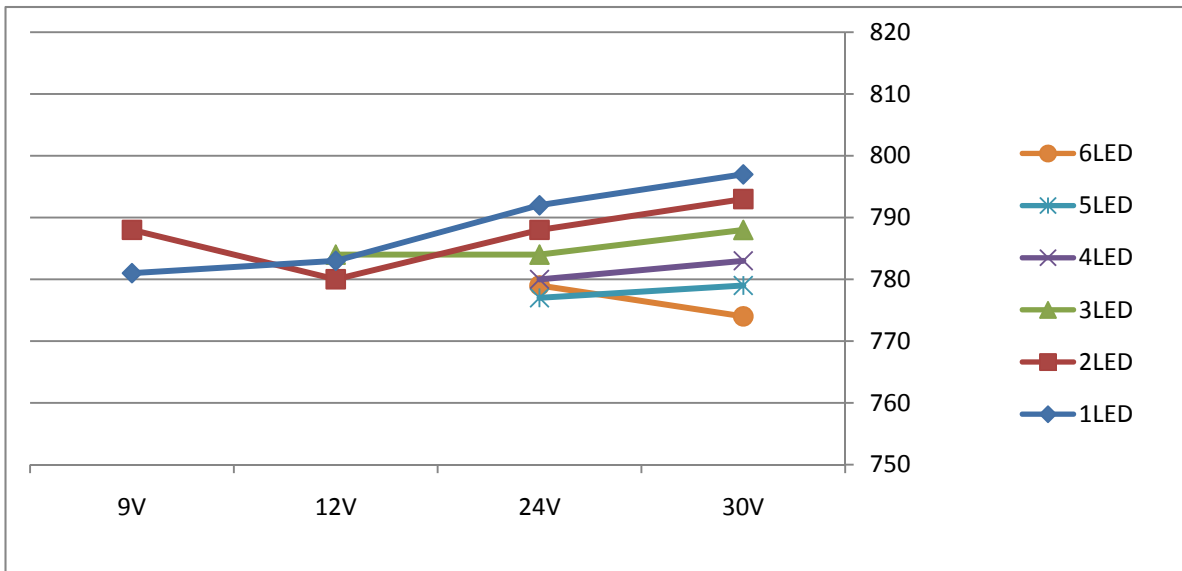
輸出電流 vs. 輸入電壓 @L=22uH、I<sub>OUT</sub>=370mA



輸出電流 vs. 輸入電壓 @L=68uH、I<sub>OUT</sub>=370mA

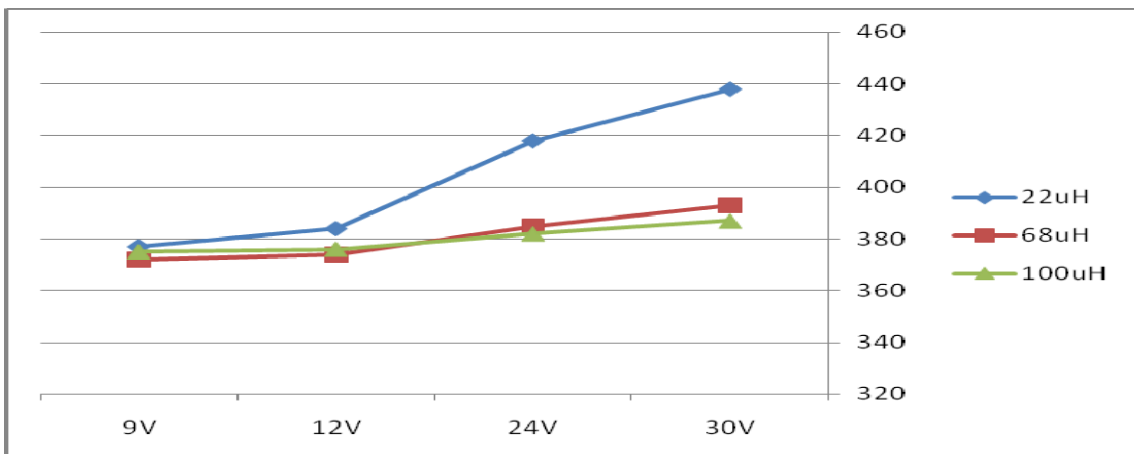


輸出電流 vs. 輸入電壓 @L=100uH、I<sub>OUT</sub>=370mA

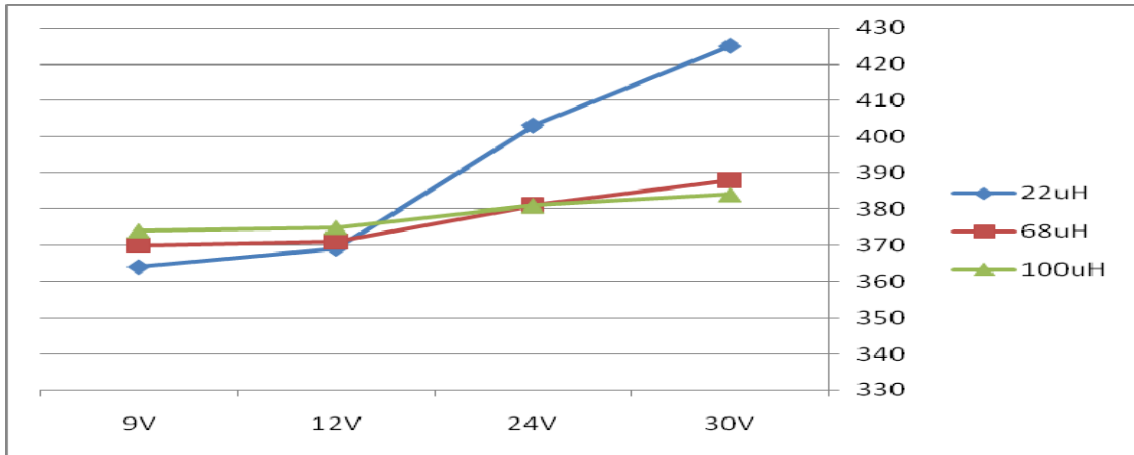


輸出電流 vs. 輸入電壓 @L=68uH、I<sub>OUT</sub>=770mA

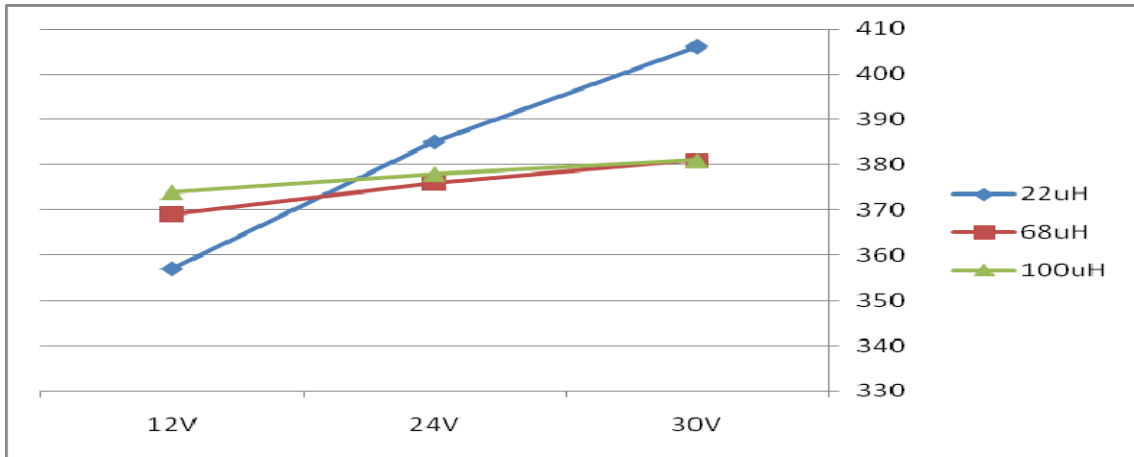
4. 不同電感元件下的輸出電流 vs. 輸入電壓



輸出電流 vs. 輸入電壓 @1-LED、I<sub>OUT</sub>=370mA

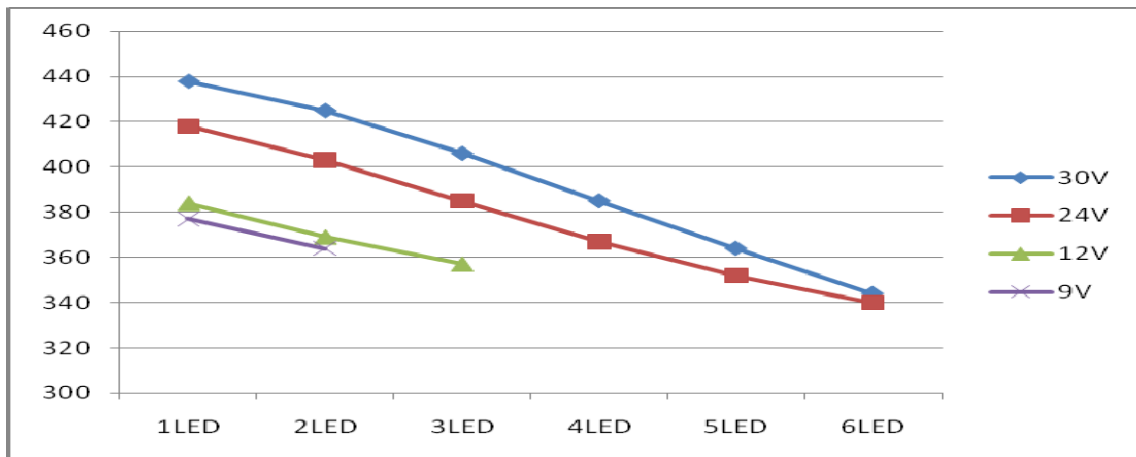


輸出電流 vs. 輸入電壓 @2-LED串接、I<sub>OUT</sub>=370mA

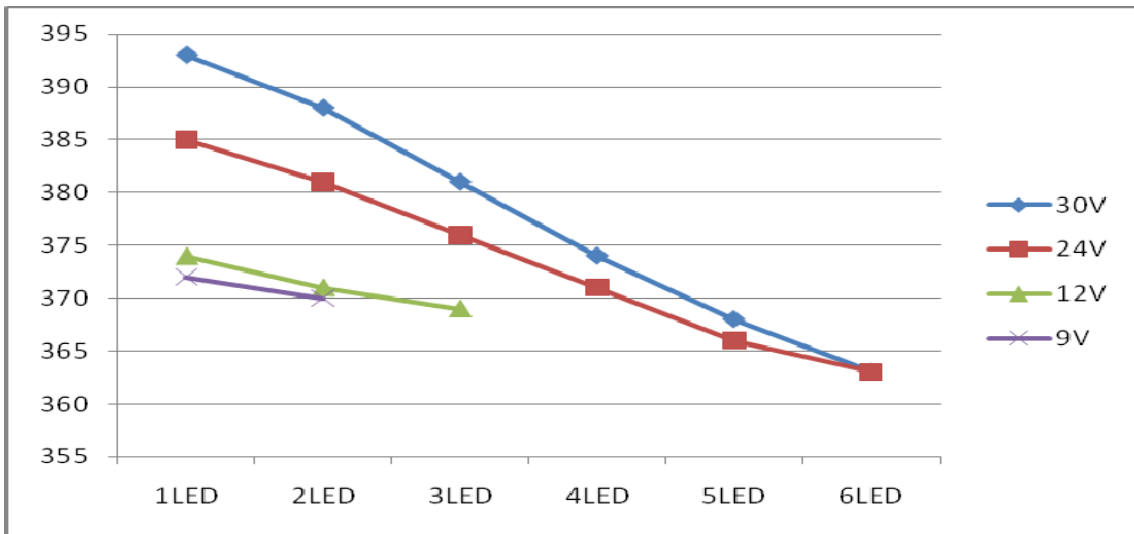


輸出電流 vs. 輸入電壓 @3-LED串接、I<sub>OUT</sub>=370mA

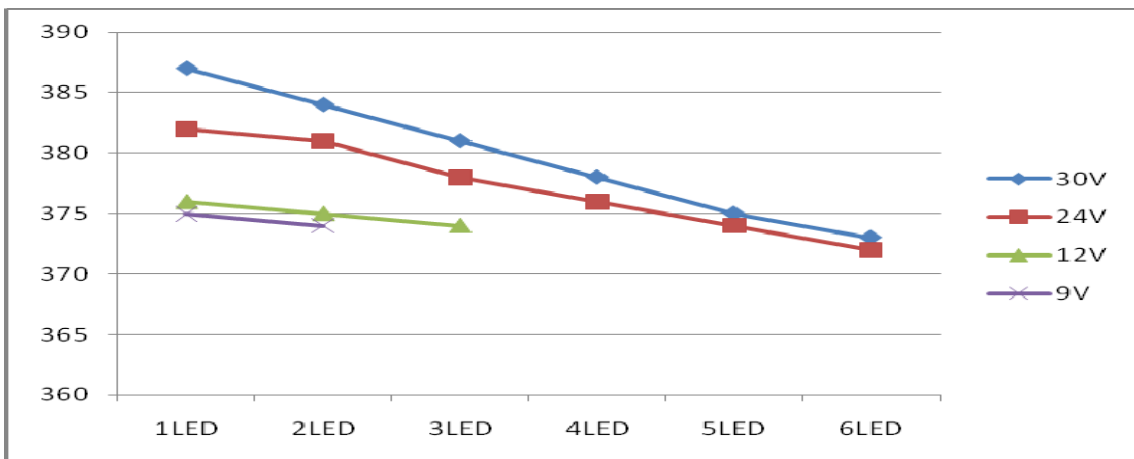
5. 不同輸入電壓下的輸出電流 vs. LED 串接數量



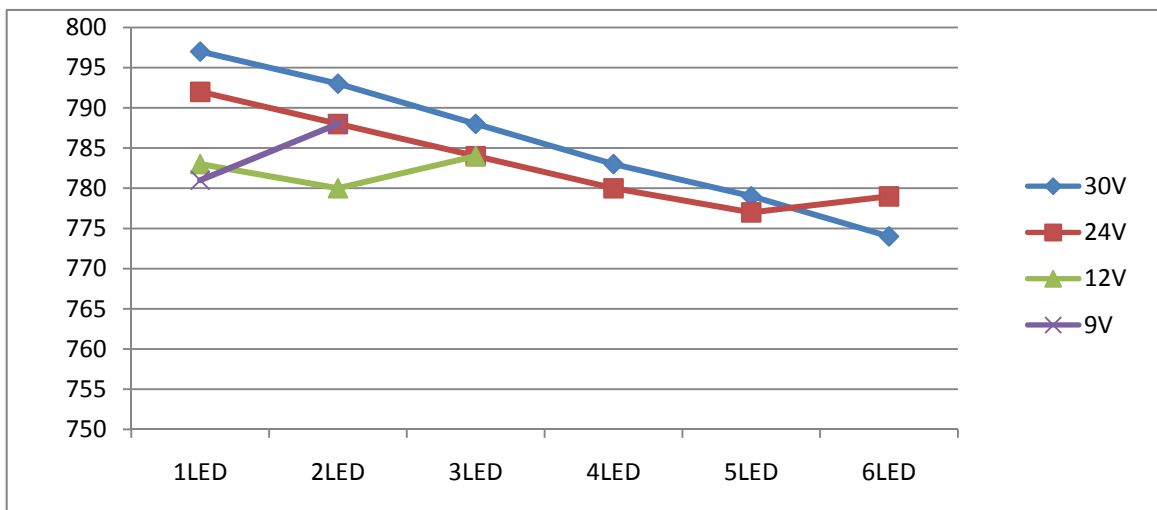
輸出電流 vs. LED 串接數量 @L=22uH、I<sub>OUT</sub>=370mA



輸出電流 vs. LED 串接數量 @L=68uH、I<sub>OUT</sub>=370mA

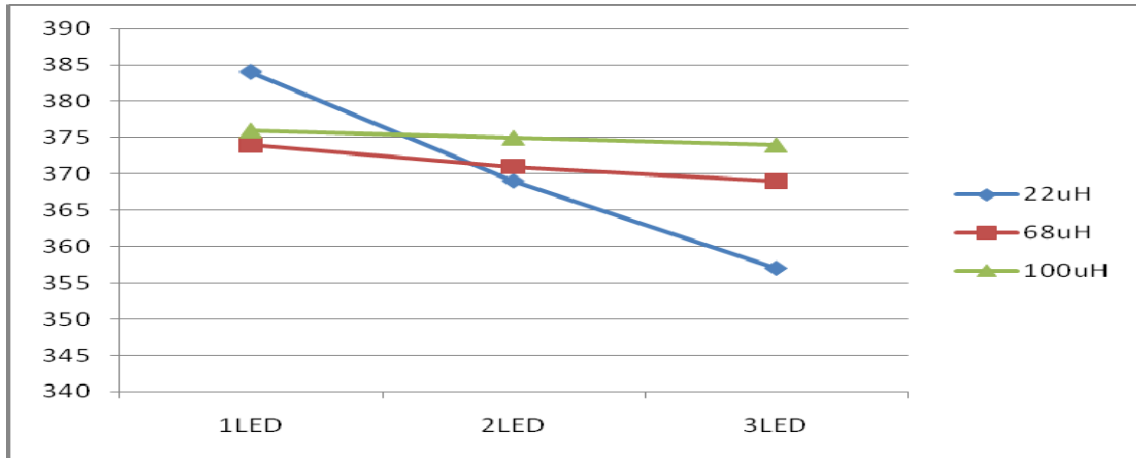


輸出電流 vs. LED 串接數量 @L=100uH、I<sub>OUT</sub>=370mA

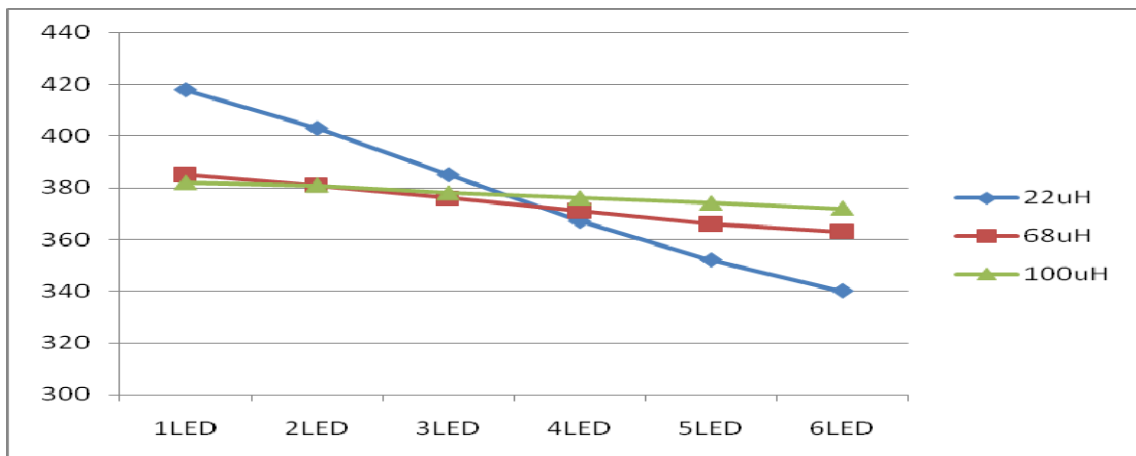


輸出電流 vs. LED 串接數量 @L=68uH、I<sub>OUT</sub>=770mA

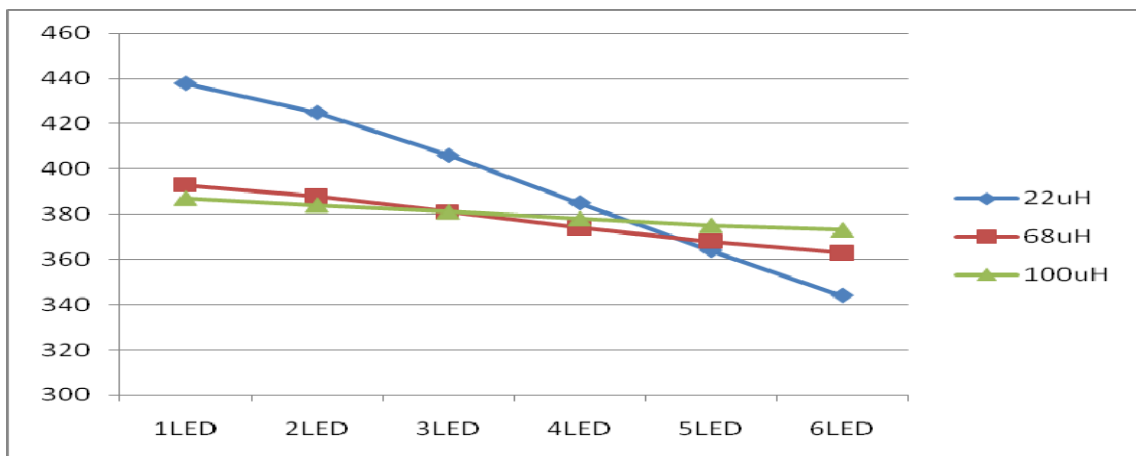
6. 不同電感元件 (inductor) 下的輸出電流 vs. LED 串接數量



輸出電流 vs. LED 串接數量 @VIN=12V、I<sub>OUT</sub>=370mA

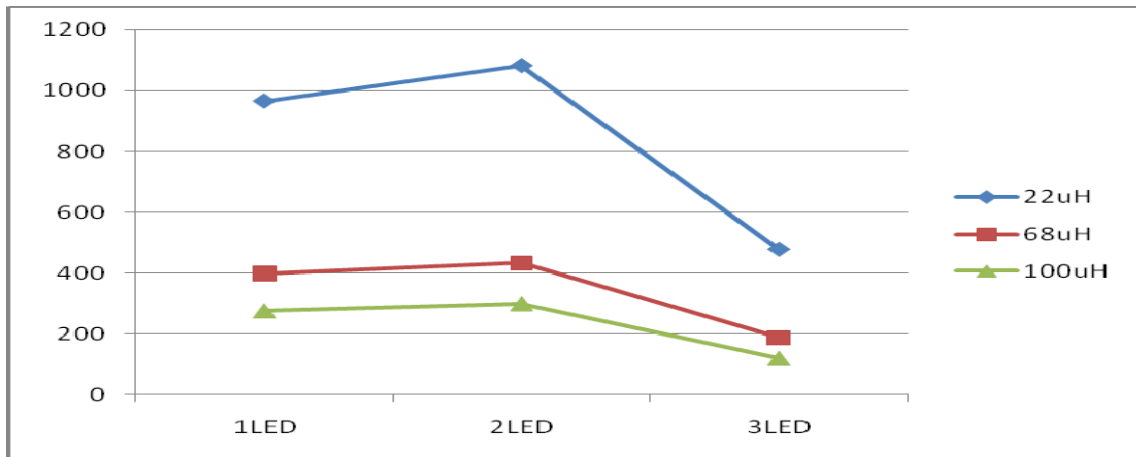


輸出電流 vs. LED 串接數量 @VIN=24V、I<sub>OUT</sub>=370mA

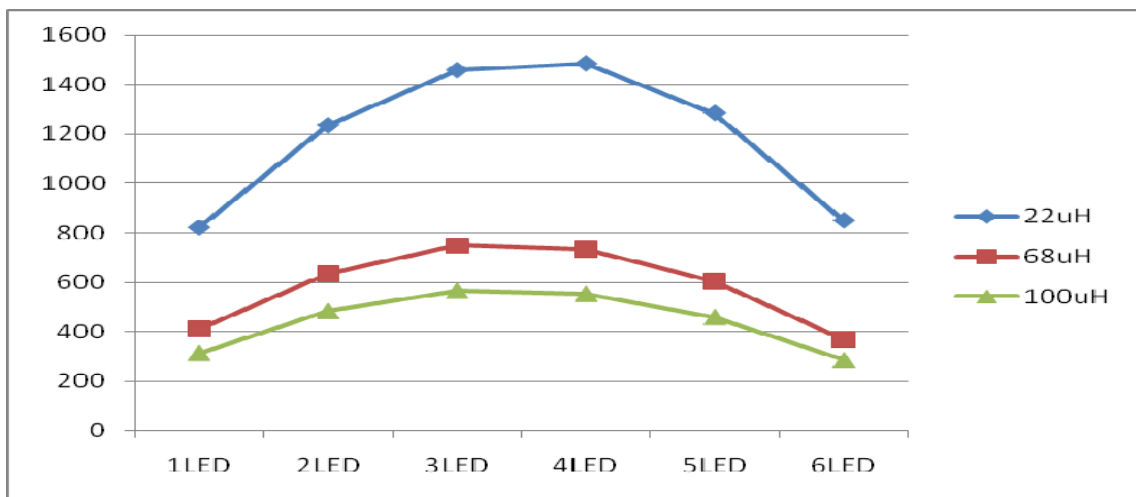


輸出電流 vs. LED 串接數量 @VIN=30V、I<sub>OUT</sub>=370mA

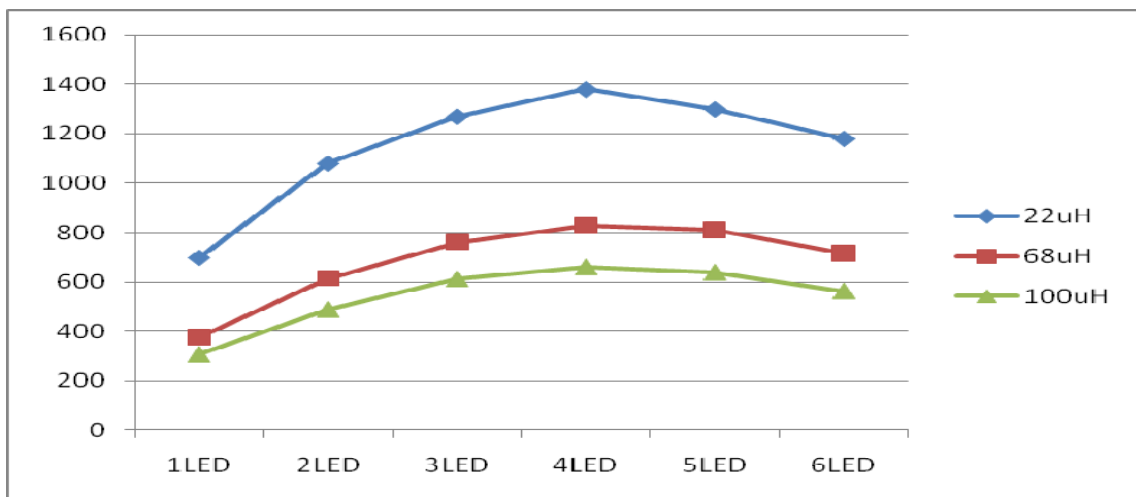
7. 不同電感元件下的切換頻率 vs. LED 疊接數量



切換頻率 vs. LED 串接數量 @VIN=12V、I<sub>OUT</sub>=370mA

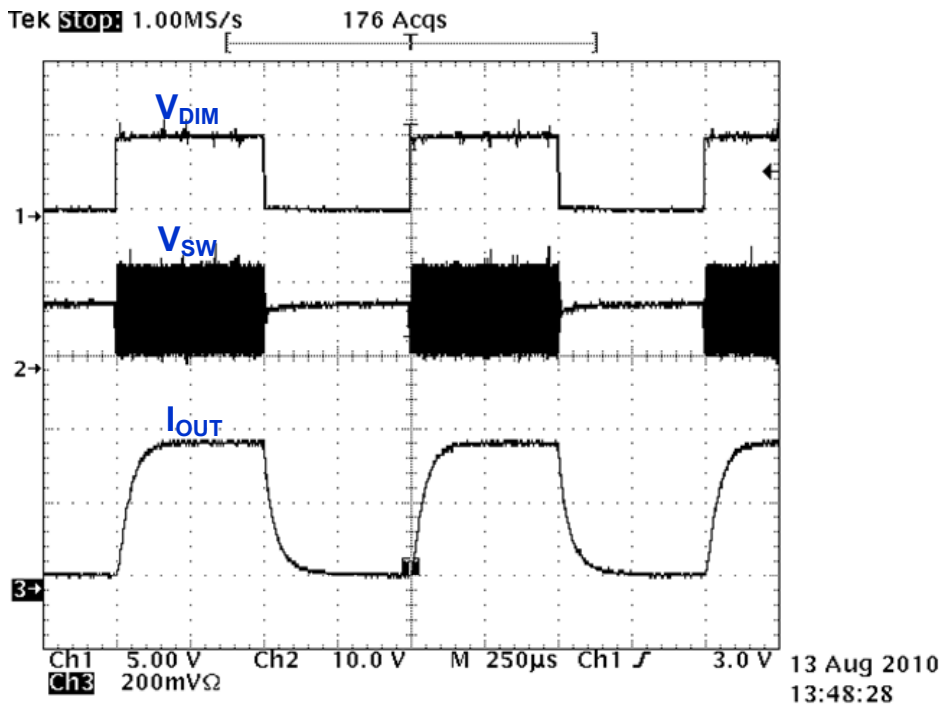


切換頻率 vs. LED 串接數量 @VIN=24V、I<sub>OUT</sub>=370mA

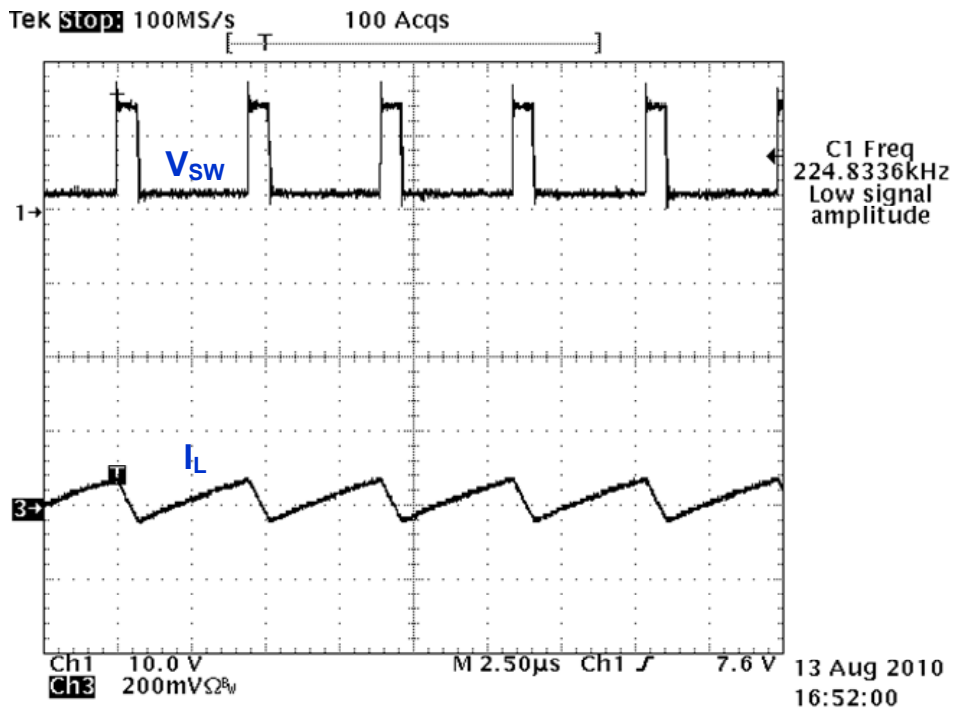


切換頻率 vs. LED 串接數量 @VIN=30V、I<sub>OUT</sub>=370mA

8. 調光與開關波形



調光波形 ( $V_{IN}=12V$ 、 $R_{SEN}=0.27\Omega$ 、3-LED)



開關波形 ( $V_{IN}=12V$ 、 $R_{SEN}=0.27\Omega$ 、3-LED)

#### IV. 應用注意事項

用外部電阻  $R_S$  設定平均輸出電流

利用連接在 VIN 與 Iout 間的外部電流感測電阻 ( $R_S$ ) 值，決定 LED(s) 的額定平均輸出電流，

且： $I_{OUTnom} = 0.1/R_S$  [若  $R_S \geq 0.1\Omega$ ]

漣波電流為  $\pm 15mV/R_S$

下表所示為第 1 頁所列之典型應用電路中，額定平均輸出電流值對應之幾個較適合的電流設定電阻 ( $R_S$ ) 值：

$R_S$ ( $\Omega$ )	額定平均輸出電流 (mA)
0.1	1000
0.13	760
0.15	667

##### 1. 調光

具工作週期之脈衝寬度調變 (PWM) 訊號的 DPWM，可施加在 DIM 接腳上。

DIM 的邏輯低 (logic low) (低於 0.5V) 會停用內部 MOSFET，並關閉流至 LED 陣列的電流。

內部提升電路 (pull-high circuit) 確保當 DIM 接腳未連接時，TTP932 為開 (ON)。

##### 2. 開路/短路 LED 保護

當任一 LED 為開路時，輸出電流會關閉。

當任一 LED 短路時，會限制輸出電流為其預設值。

##### 3. 過熱保護

當接合面溫度超出範圍，TTP932 會關閉輸出電流。

##### 4. 最低輸入電壓

最低輸入電壓為  $R_{SEN}$ 、L1 的 DCR、內部 MOS 開關的  $R_{ds(ON)}$  上之電壓降與 LEDs 的總順向電壓  $V_{LED}$  之總和。

$$V_{in} = V_{RS} + V_{LED} + V_{L1} + V_{SW}$$



## 5. 設計考量

切換頻率：

為了較好的輸出電流精確度，應由最小開／關時間 SW 波形決定切換頻率

$$F_{SW}=(1-D)/T_{OFF,MIN} \text{ , 當工作週期大於 } 0.5 \text{ ( } D = V_{out} / V_{in} \text{)}$$

或  $F_{SW}=D/T_{ON,MIN}$  , 當工作週期小於 0.5

切換頻率與效率（低頻時較好）、元件的大小／成本、以及輸出漣波電壓和電流的振幅有關（高頻時較小）。

較慢的切換頻率來自大的電感元件值。在許多應用中，EMI 的敏感度限制了切換頻率。

切換頻率的範圍可從 40kHz 到 1.0MHz。

LED 漣波電流：

LED 固定電流驅動器是設計用來經由疊接 LED，而非通過的電壓來控制電流。

較高的 LED 漣波電流允許使用較小的電感、較小的輸出電容，甚至可不需要輸出電容器，較高 LED 漣波電流的優點是將 PCB 尺寸最小化，並降低成本，因為沒有輸出電容器。

較低的 LED 漣波電流需要較大的電感和輸出電容器，較低的 LED 漣波電流是為了延長 LED 的使用壽命，並降低 LED 的溫升。

建議的漣波電流為正常 LED 輸出電流的 5%到 20%。

## 6. 選擇電容器

應使用低 ESR 電容器，進行輸入解耦（input decoupling），因為此電容器是與電源阻抗串聯出現的，且會降低整體效率，此電容器必須供應相對高的峰值電流給線圈，並使輸入電源上的電流漣波平滑。

若輸入源靠近裝置，則 4.7uF 的最小值是可接受的，但較高的數值可提升較低輸入電壓的表現，特別是在高電源阻抗時，輸入電容器應儘可能放在靠近 IC 的地方。

為了隨溫度與電壓變化的最大穩定性，建議使用 X7R、X5R 或更好的電介質電容器。

此應用中，不適合用具 Y5V 電介質電容器進行解耦，故不應使用。

GRM42-2X7R475K-50 是合適的 Murata 電容器。

## 7. 選擇電感元件

電感取決於兩個係數：切換頻率及電感元件漣波電波。

電感 L1 計算如下：

$$L1 > (V_{IN} - V_{OUT} - V_{SEN} - (R_{ds(on)} \times I_{OUT})) \times D / (f_{sw} \times \Delta I_L)$$

較高供應電壓時，建議採用較高的電感值，以將切換延時的誤差降至最低；其可能導致增加漣波及較低的效率。較高的電感值亦會產生供應電壓範圍內、較小的輸出電流變化。（如圖）。電感元件應儘可能放置在靠近裝置的地方，並以低電阻連接至 SW 和 V<sub>IN</sub> 接腳。應選擇飽和電流高於峰值輸出電流，且連續電流額定值高於所需之平均輸出電流的線圈。

應選擇能保持操作工作週期，且在供應電壓及負載電流範圍內切換「開」／「關」時間在規定範圍內的電感元件值。

打開時間

$$T_{on} = L \Delta I / (V_{IN} - V_{LED} - I_{avg} (R_s + r_L + R_{sw}))$$

$$T_{off} = L \Delta I / (V_{LED} + V_D + I_{avg} (R_s + r_L))$$

其中

L	為線圈電感
rL	為線圈電阻
R <sub>s</sub>	為電流感測電阻
I <sub>avg</sub>	為要求之 LED 電流
ΔI	為線圈峰值－峰值漣波電流{內部設定為 0.3 x I <sub>avg</sub> }
V <sub>IN</sub>	為供應電壓
V <sub>LED</sub>	為總 LED 順向電壓
R <sub>sw</sub>	為開關電阻
V <sub>D</sub>	為要求之負載電流下的二極體順向電壓

## 8. 選擇二極體

基於最大效率及性能，整流器（D1）應為在最大電壓及溫度下具低反向洩漏的快速低電容 Schottky 二極體，因為較低順向電壓與減少恢復時間的組合，其亦能提供優於矽二極體（silicon diodes）的效率，重要的是選擇峰值電流額定值高於峰值線圈電流、且連續電流額定值高於最大輸出負載電流的零件。

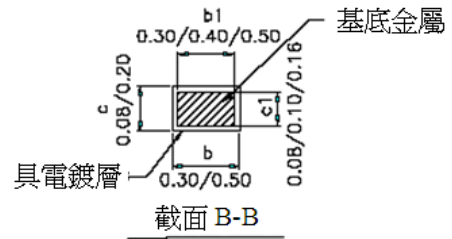
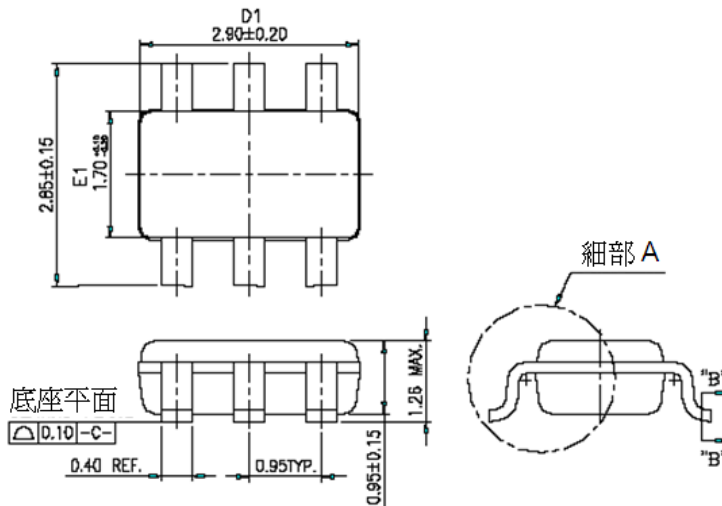
若在 85°C 以上操作時，考慮二極體的反向洩漏是很重要的，過高的洩漏會增加裝置內的功率消耗，且若接近負載可能會創造熱失控條件（thermal runaway condition）。

較高的順向電壓以及因為矽二極體中反向恢復時間造成的過衝（overshoot），會增加 SW 輸出上的峰值電壓。

若使用矽二極體，應小心以確保出現在 SW 接腳上之含電源漣波（supply ripple）的總電壓，不超過規定的最大值。

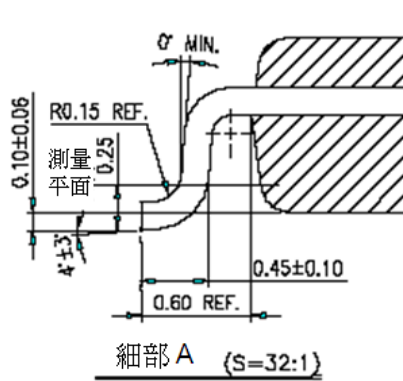
## 封裝配置

### SOT23-6 (TTP932B)

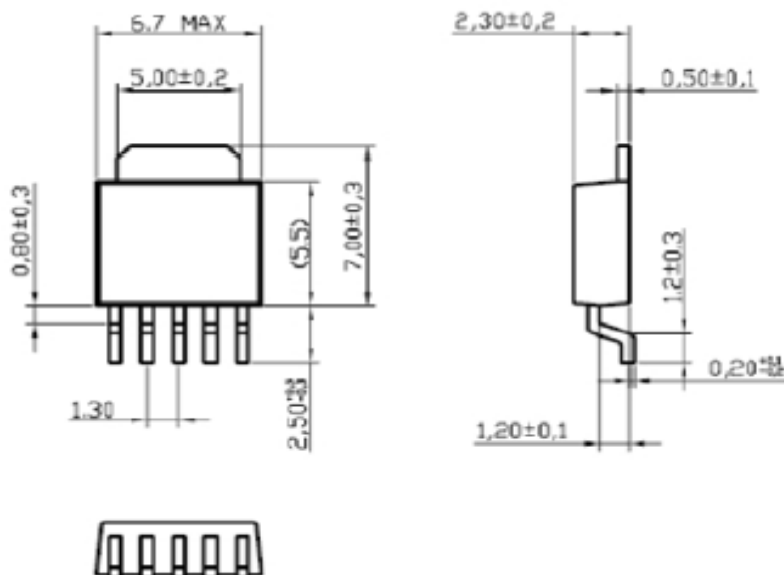


#### 說明:

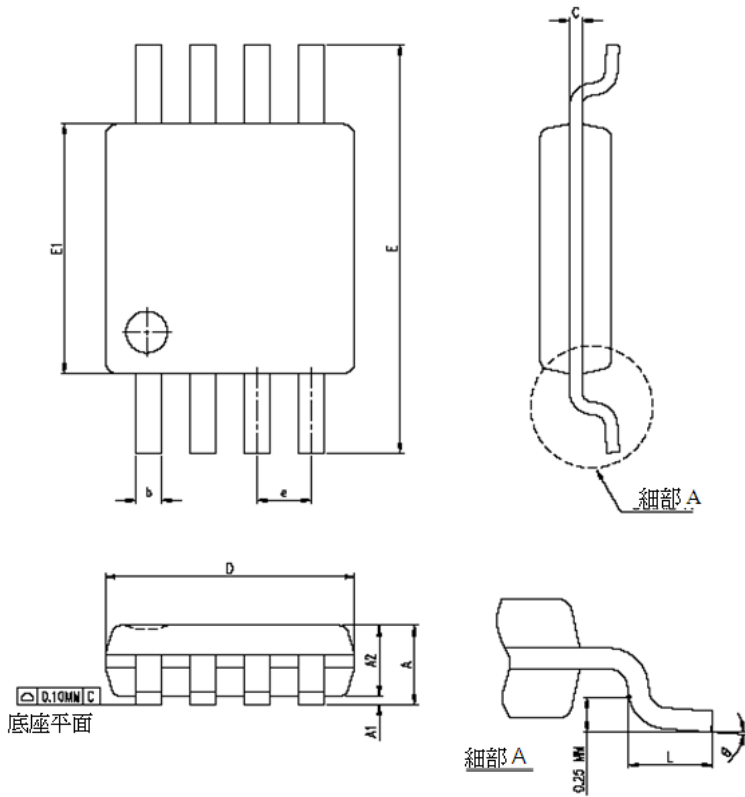
1. 尺寸 D1 & E1 不含模具突出。
2. 除非另有說明，所有引腳來自底座平面的共面性應為最大 0.1 (測試前)。
3. 除非另有說明，一般實際外觀規格係參閱 TMC 的最終目視檢查規格。



### TO252-5 (TTP932C)



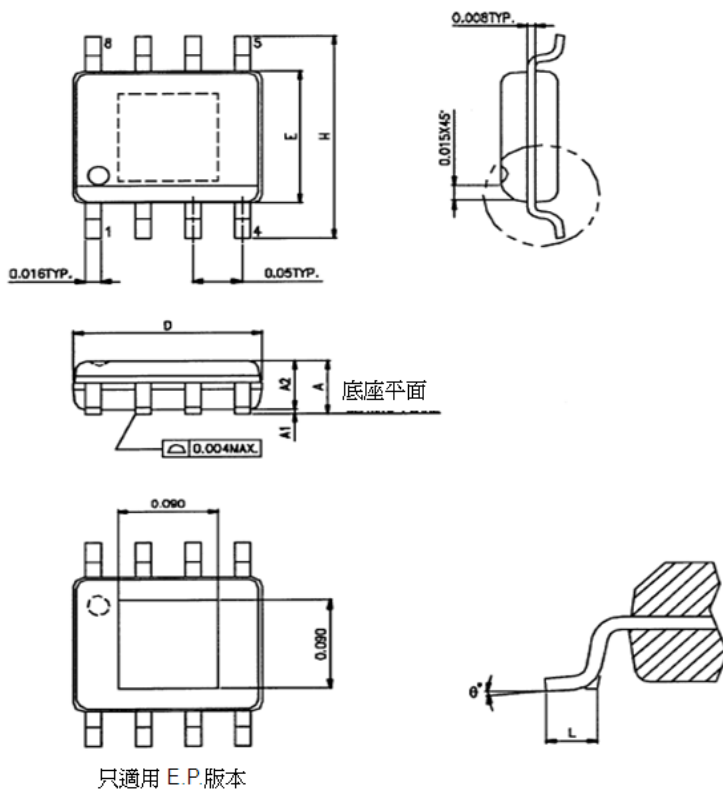
## MSOP8 (TTP932D)



符號	尺寸 (mm)			尺寸 (inch)		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.81	1.02	1.10	0.032	0.040	0.043
A1	0.05		0.15	0.002		0.006
A2	0.76	0.86	0.95	0.030	0.034	0.037
b	0.28	0.30	0.38	0.011	0.012	0.015
C	0.13	0.15	0.23	0.005	0.006	0.009
D	2.90	3.00	3.10	0.114	0.118	0.122
E	4.75	4.90	5.05	0.187	0.193	0.199
E1	2.90	3.00	3.10	0.114	0.118	0.122
e	0.65 BASIC			0.026 BASIC		
L	0.40	0.55	0.70	0.016	0.022	0.028
$\theta$	0°	3°	6°	0°	3°	6°
JEDEC						

\*說明：尺寸「D」不含模具突出或澆口毛邊。  
 模具突出和澆口毛邊每側不得超過 0.006 英寸 (0.15 mm)。  
 尺寸「E1」不含模具突出  
 模具突出每側不得超過 0.010 英寸 (0.25 mm)。

## SOP8 (TTP932E)

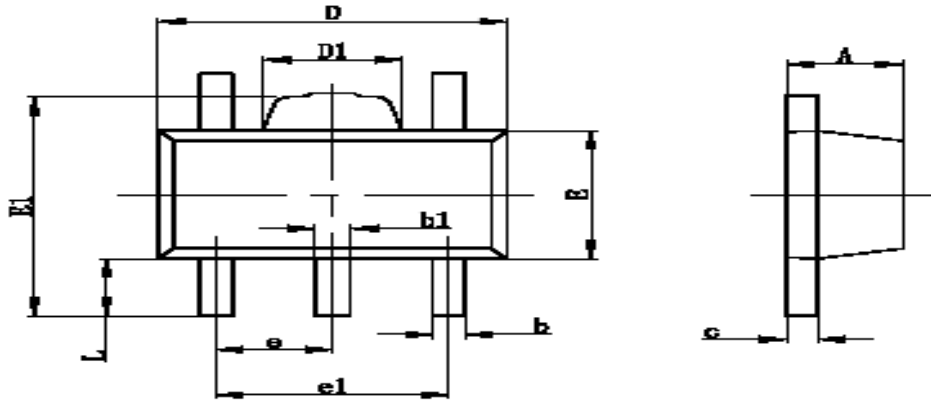


符號	MIN.	MAX.
A	0.053	0.069
A1	0.004	0.010
A2	-	0.059
D	0.189	0.196
E	0.150	0.157
H	0.228	0.244
L	0.016	0.050
$\theta$	0	8

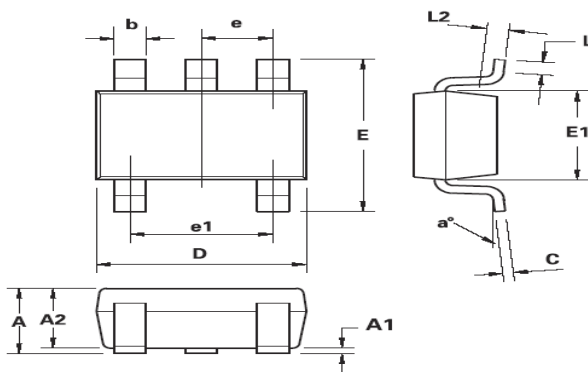
單位：英寸

說明：

- JEDEC 外觀：MS-012 M/E.P. 版本：N/A
- 尺寸「D」不含模具溢料、突出或澆口毛邊。模具溢料、突出和澆口毛邊每側不得超過 .15mm (.006 英寸)。
- 尺寸「E」不含引腳間溢料或突出。引腳間溢料或突出每側不得超過 .25mm (.010 英寸)。

**SOT89-5 (TTP932F1)**


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.400	1.600	0.055	0.063
b	0.320	0.520	0.013	0.020
b1	0.360	0.560	0.014	0.022
c	0.350	0.440	0.014	0.017
D	4.400	4.600	0.173	0.181
D1	1.400	1.800	0.055	0.071
E	2.300	2.600	0.091	0.102
E1	3.940	4.250	0.155	0.167
e	1.500TYP		0.060TYP	
e1	2.900	3.100	0.114	0.122
L	0.900	1.100	0.035	0.043

**SOT23-5 (TTP932J)**


DIM	Millimeters		Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	-	1.00	-	0.0393
A1	0.01	0.10	0.0003	0.0039
A2	0.84	0.90	0.0330	0.0354
b	0.30	0.45	0.0118	0.0177
c	0.12	0.20	0.0047	0.0078
D	2.90 BSC		0.114 BSC	
E	2.80 BSC		0.110 BSC	
E1	1.60 BSC		0.062 BSC	
e	0.95 BSC		0.0374 BSC	
e1	1.90 BSC		0.0748 BSC	
L	0.30	0.50	0.0118	0.0196
L2	0.25 BSC		0.010 BSC	
a°	4°	12°	4°	12°