

|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

### 一般描述

FP7209 是一顆非同步升壓 LED 驅動 IC，控制外部開關 NMOS，輸入低啓動電壓 2.8V，工作電壓 5V， $V_{FB}$  反饋電壓 0.25V，反饋電壓低，取樣電阻功率損耗也降低，整體轉換效率提升。軟啓動時間透過外部電容調整，LED 開路保護透過外部電阻調整，LED 短路保護透過 SC 控制 NMOS；調光控制 DIM Pin，DIM 內部有濾波器，可以實現線性與數位調光；輸入透過分壓電阻接到 EN pin，可以控制 FP7209 啓動與關閉電壓準位；有過電流保護，避免開關 NMOS 電流過大造成損壞；內置過熱保護功能。

### 特色

- 啓動電壓 2.8V
- 工作電壓範圍 5V~24V
- $V_{FB}$  反饋電壓 0.25V
- 線性與數位調光控制
- 關機耗電流最大 6 $\mu$ A
- 固定工作頻率 150kHz/ SOP-8L(EP)
- 可調工作頻率 100kHz ~ 1000kHz/ TSSOP-14L(EP)
- 可調軟啓動時間/ TSSOP-14L(EP)
- 可調輸入低電壓保護(UVP)/ TSSOP-14L(EP)
- LED 開路保護(OVP)
- LED 短路保護(SCP)/ TSSOP-14L(EP)
- 開關 NMOS 過電流保護(OCP)
- 過熱降 LED 電流保護
- 過溫保護(OTP)
- 封裝 SOP-8L(EP), TSSOP-14L(EP)

### 應用範圍

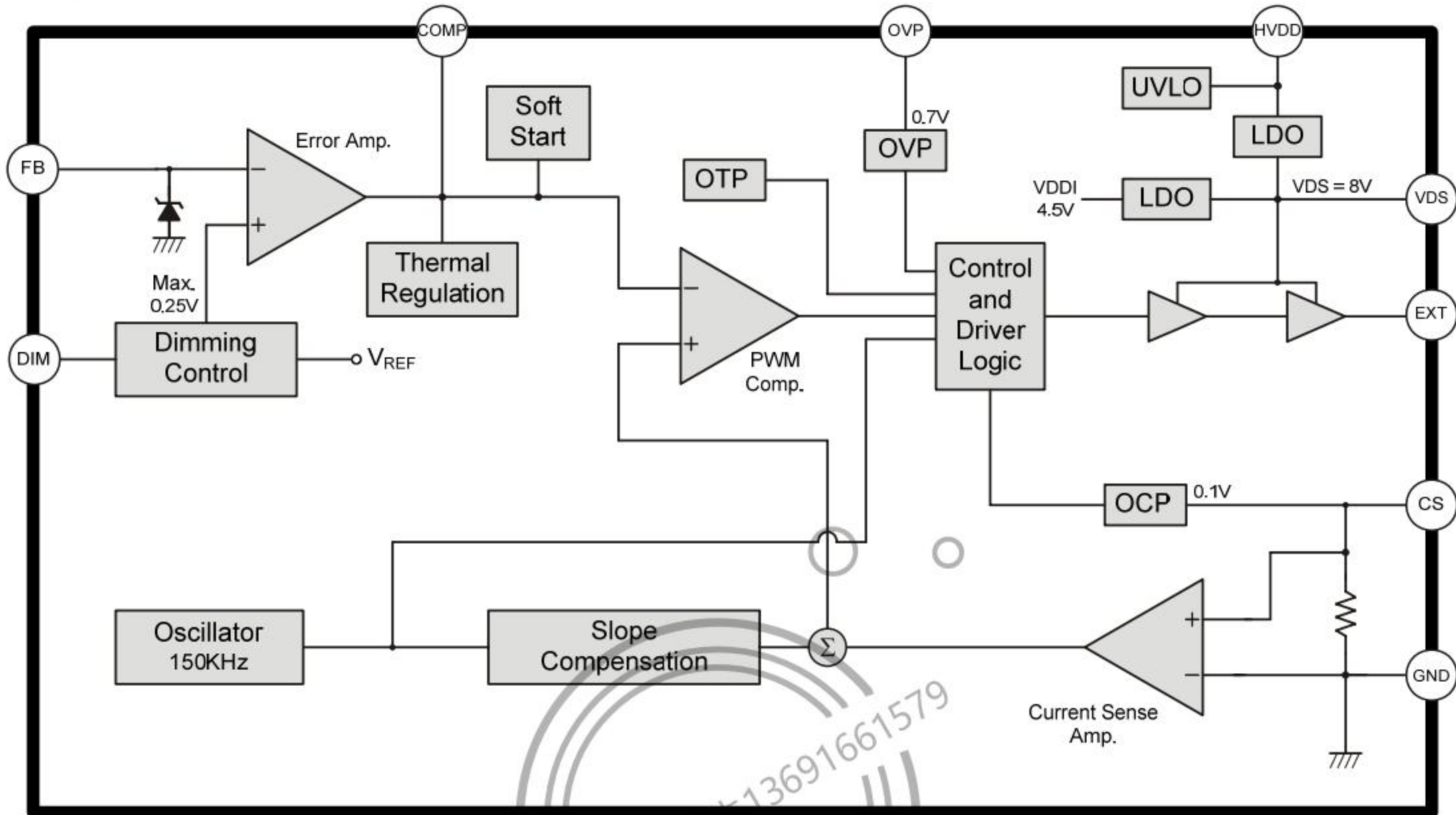
- LED 模組
- 顯示器背光
- 車燈
- 手持式照明



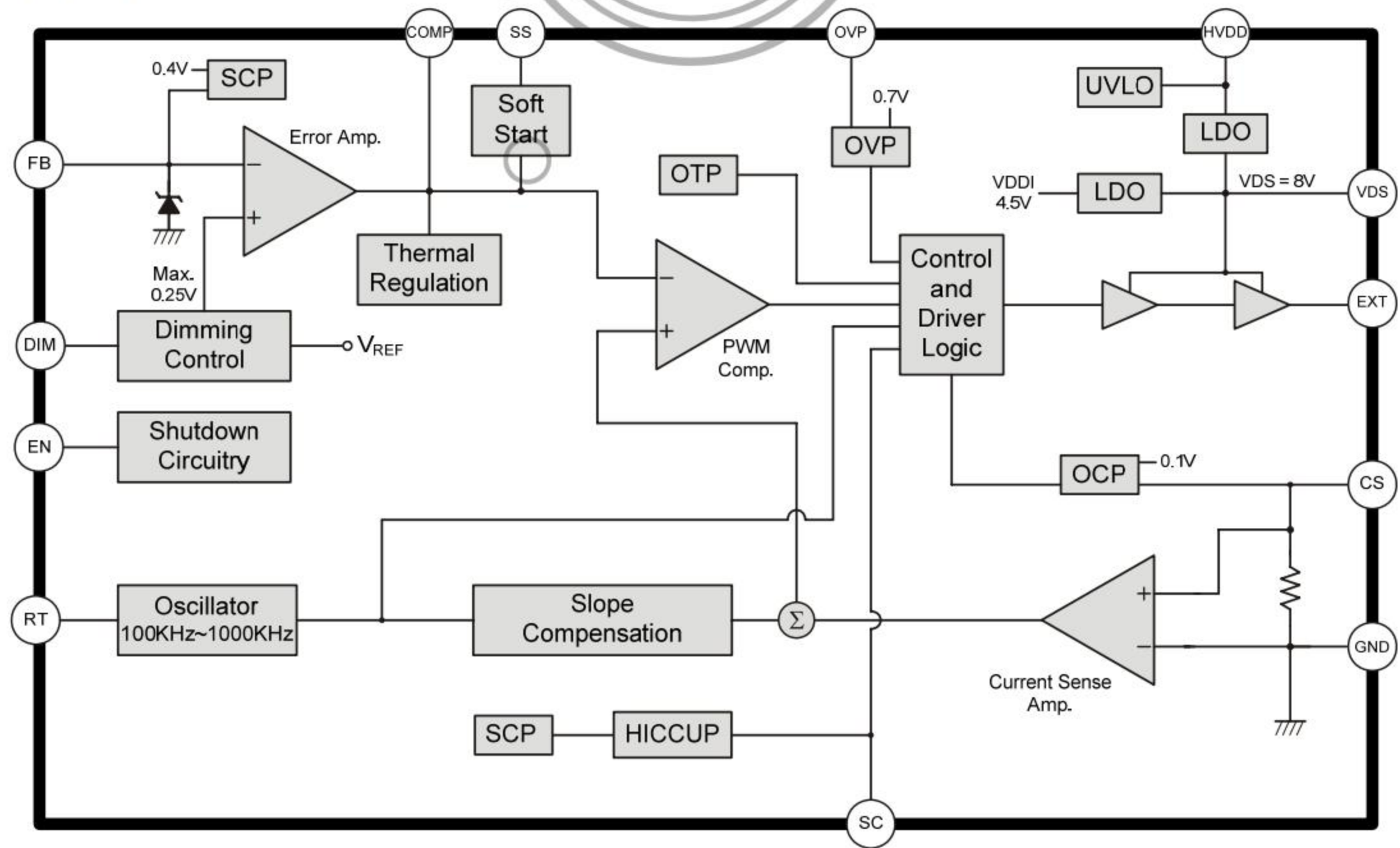
|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

IC 內部方塊圖

SOP-8L(EP)



TSSOP-14L(EP)

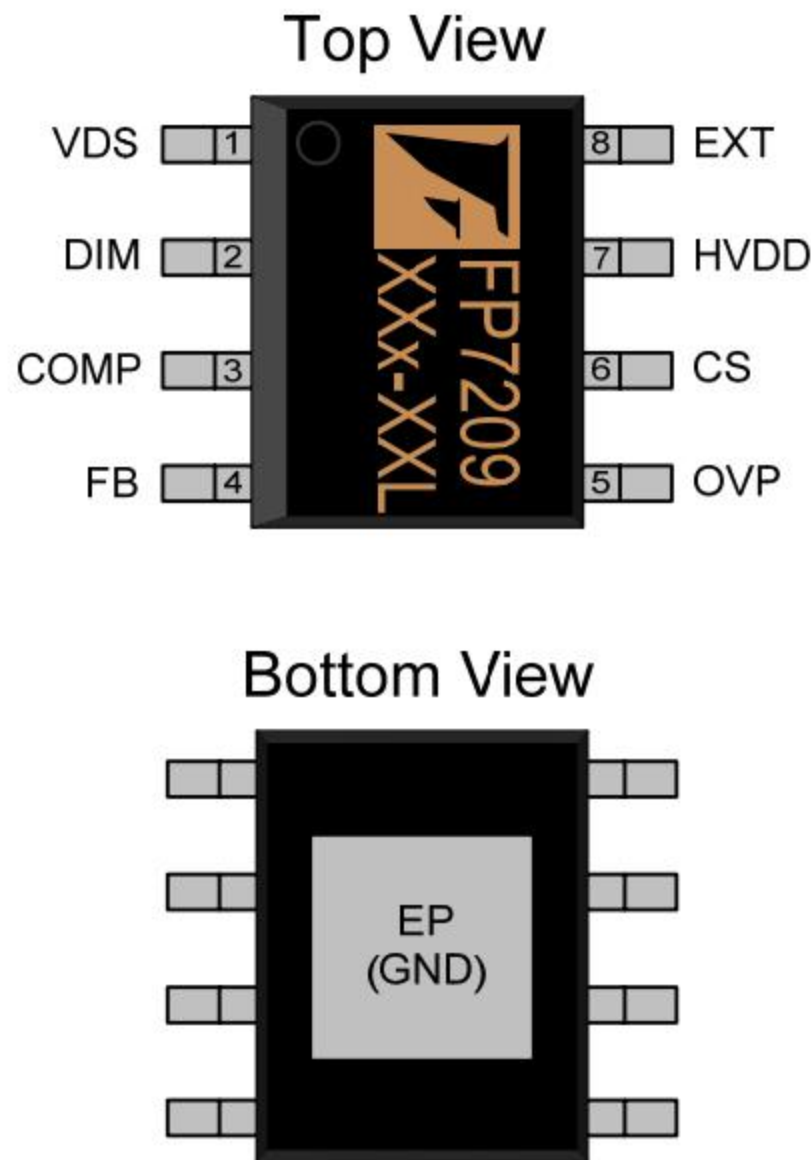




|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

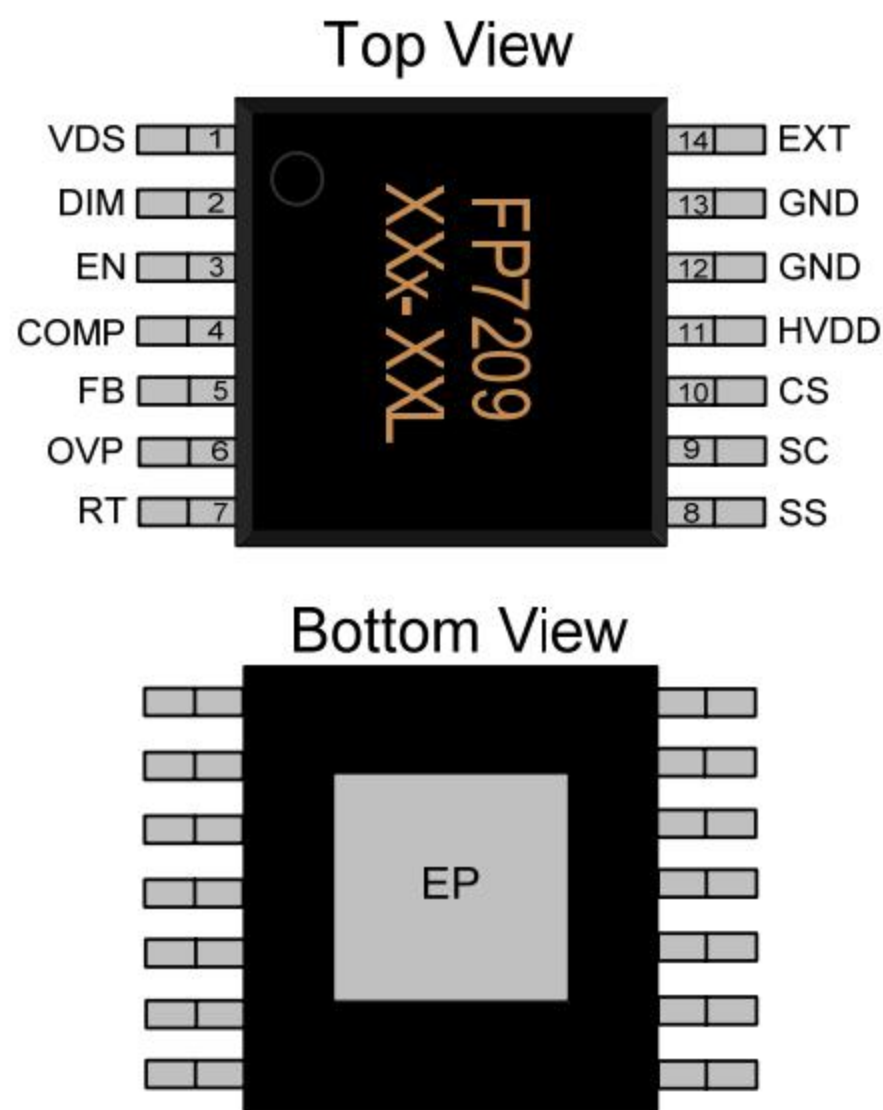
## PIN 腳描述

### SOP-8L(EP)



| Name | No.   | I/O | Description                        |
|------|-------|-----|------------------------------------|
| VDS  | 1     | P   | 產生 8V 提供內部電路與 EXT Pin 驅動 NMOS 閘極使用 |
| DIM  | 2     | I   | 開關與調光控制                            |
| COMP | 3     | O   | 迴路補償腳                              |
| FB   | 4     | I   | 反饋電壓                               |
| OVP  | 5     | I   | 輸出過電壓保護，外部接電阻調整                    |
| CS   | 6     | I   | 電感峰值電流檢測與過電流偵測                     |
| HVDD | 7     | P   | 輸入電源，工作電壓 5V~24V                   |
| EXT  | 8     | O   | PWM 開關控制，連接到 NMOS 閘極               |
| GND  | 9(EP) | P   | 底部散熱片是 IC 的地，一定要連接到地               |

### TSSOP-14L(EP)

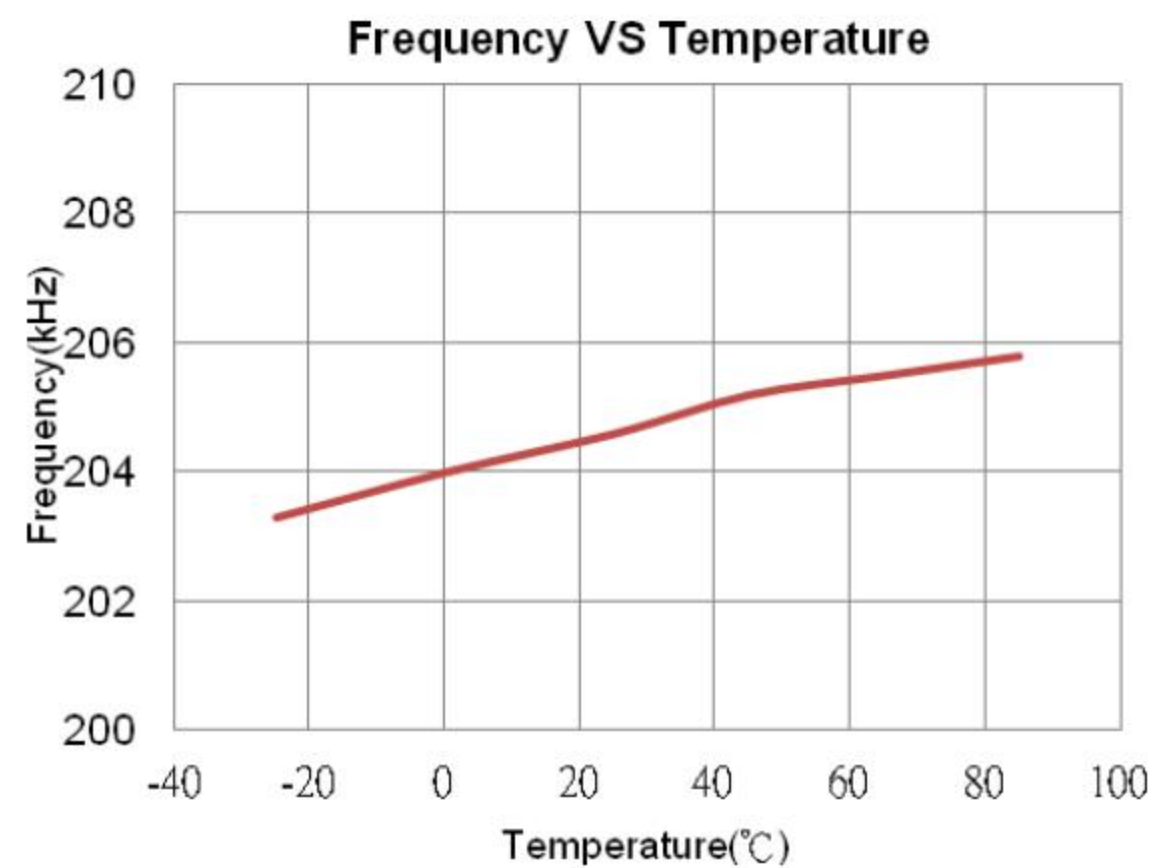
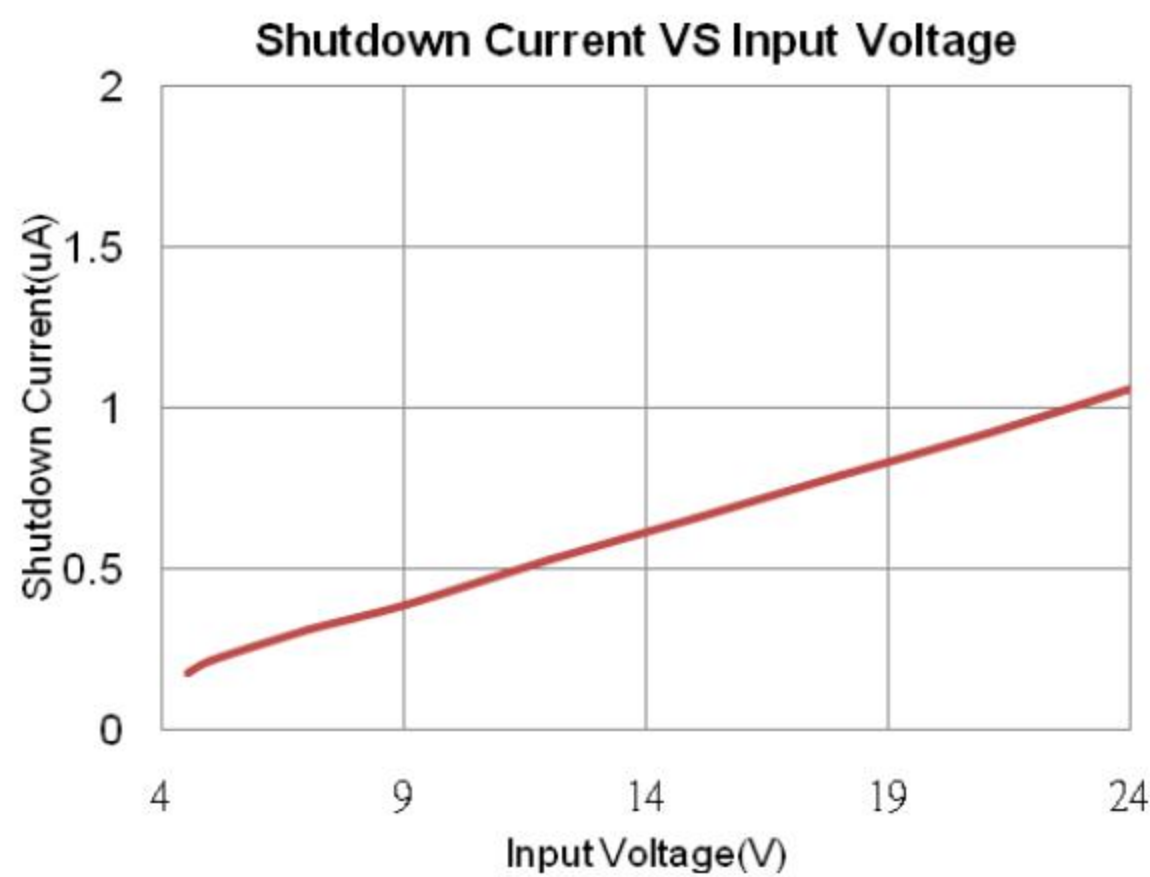
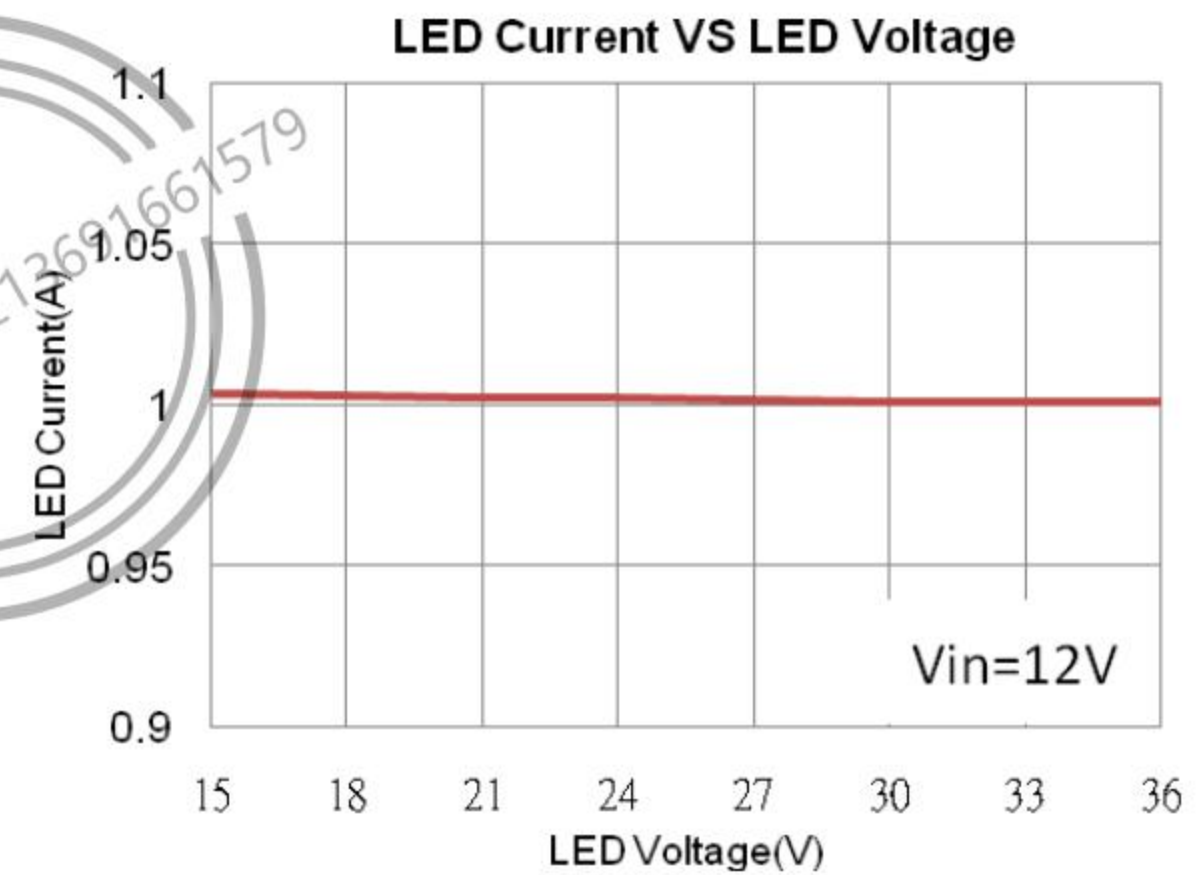
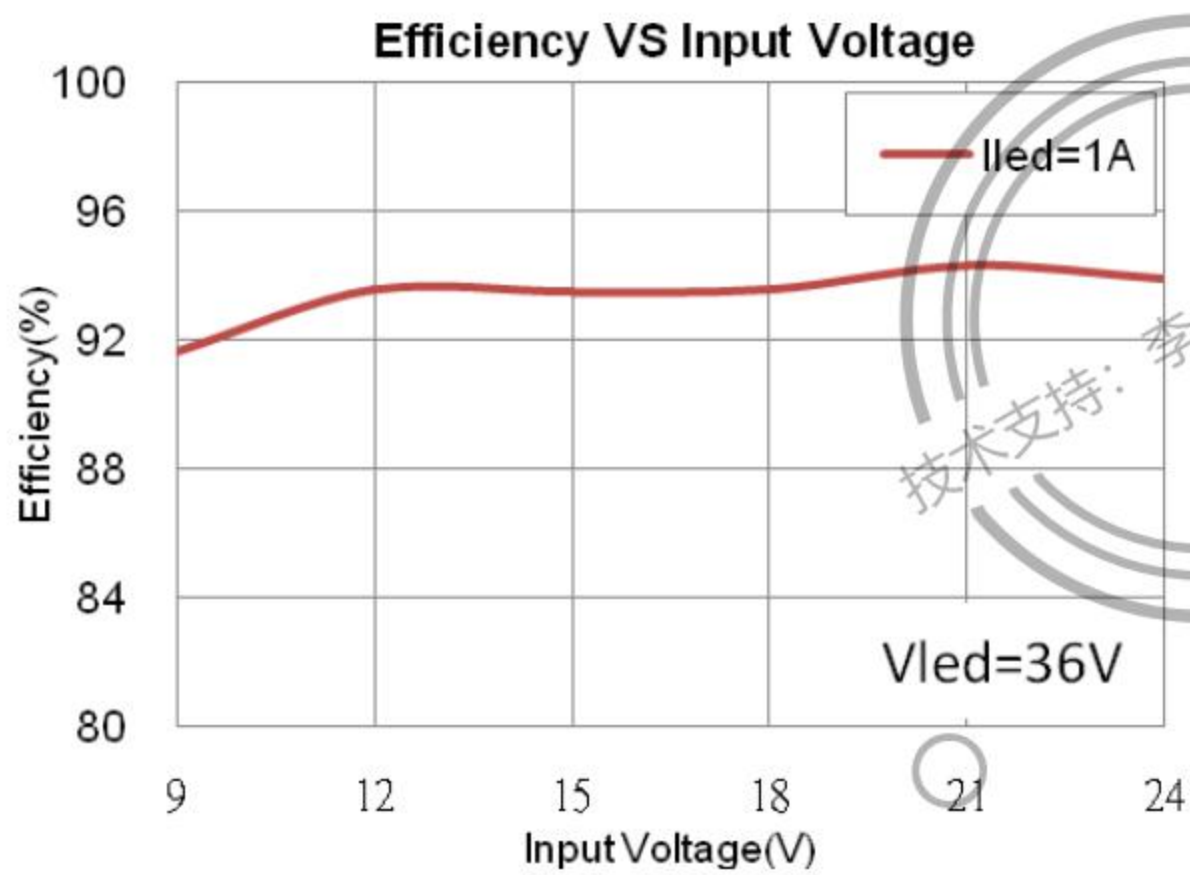
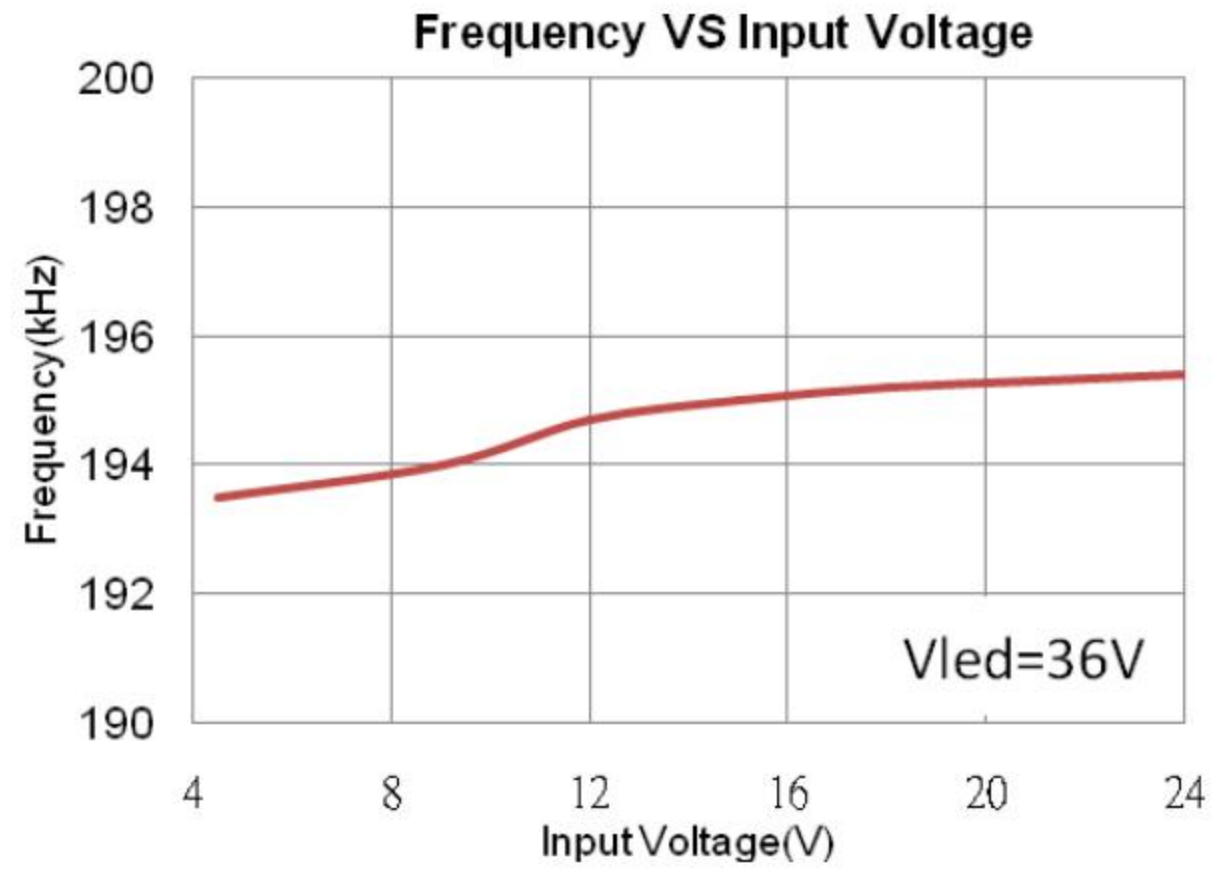
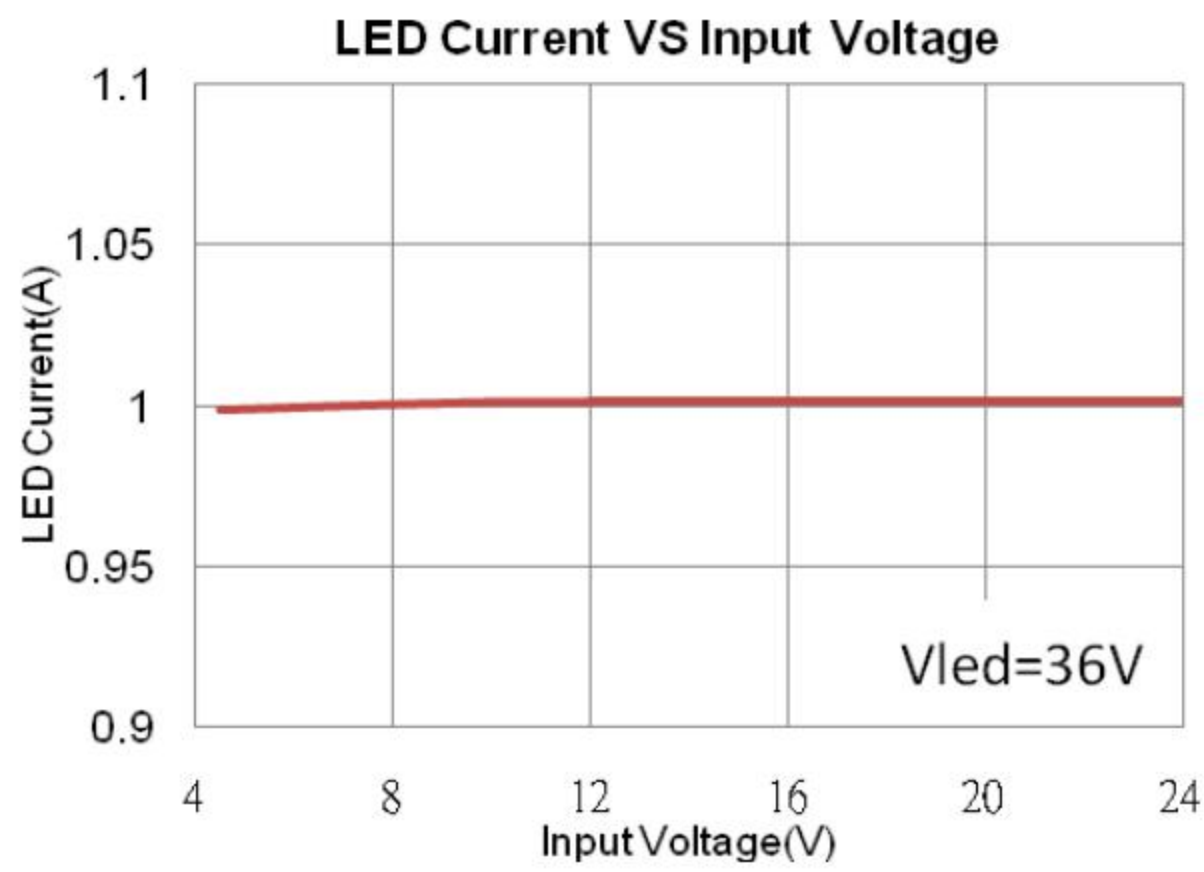


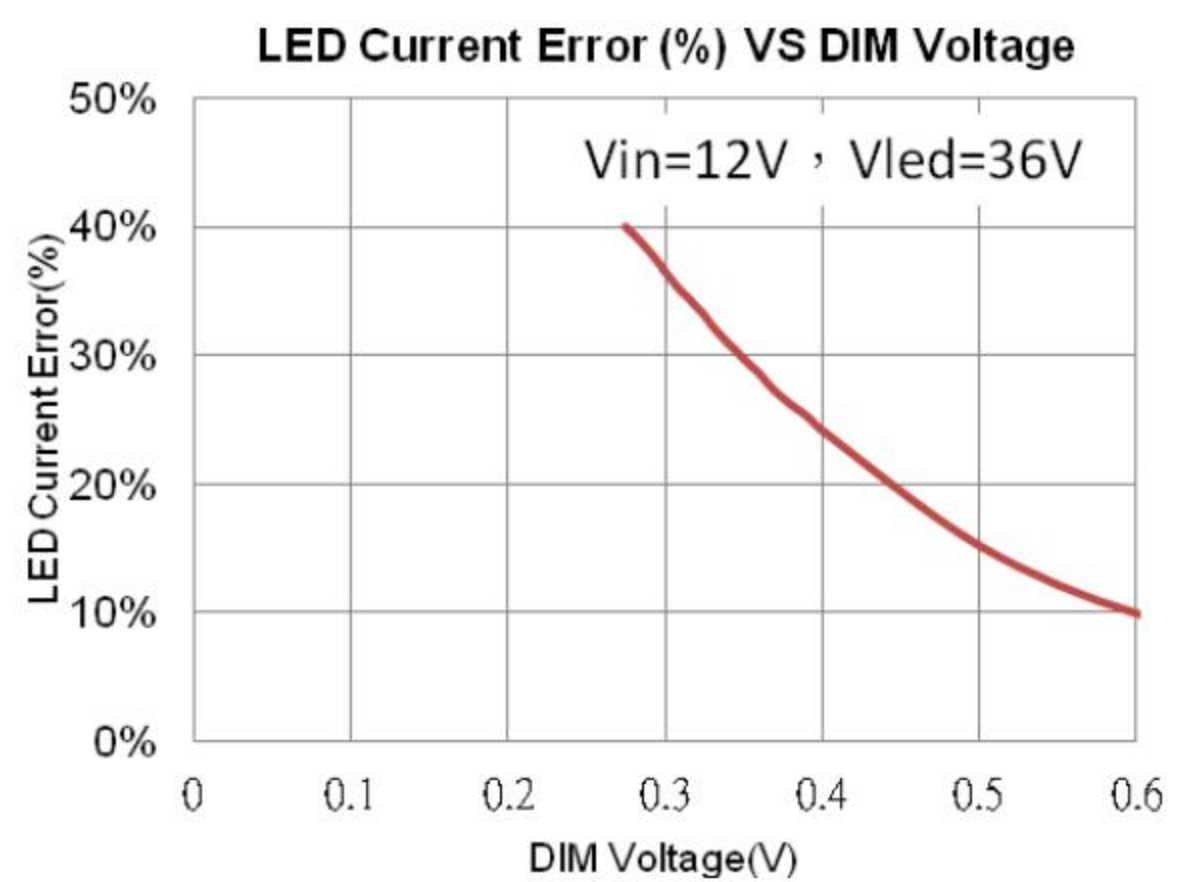
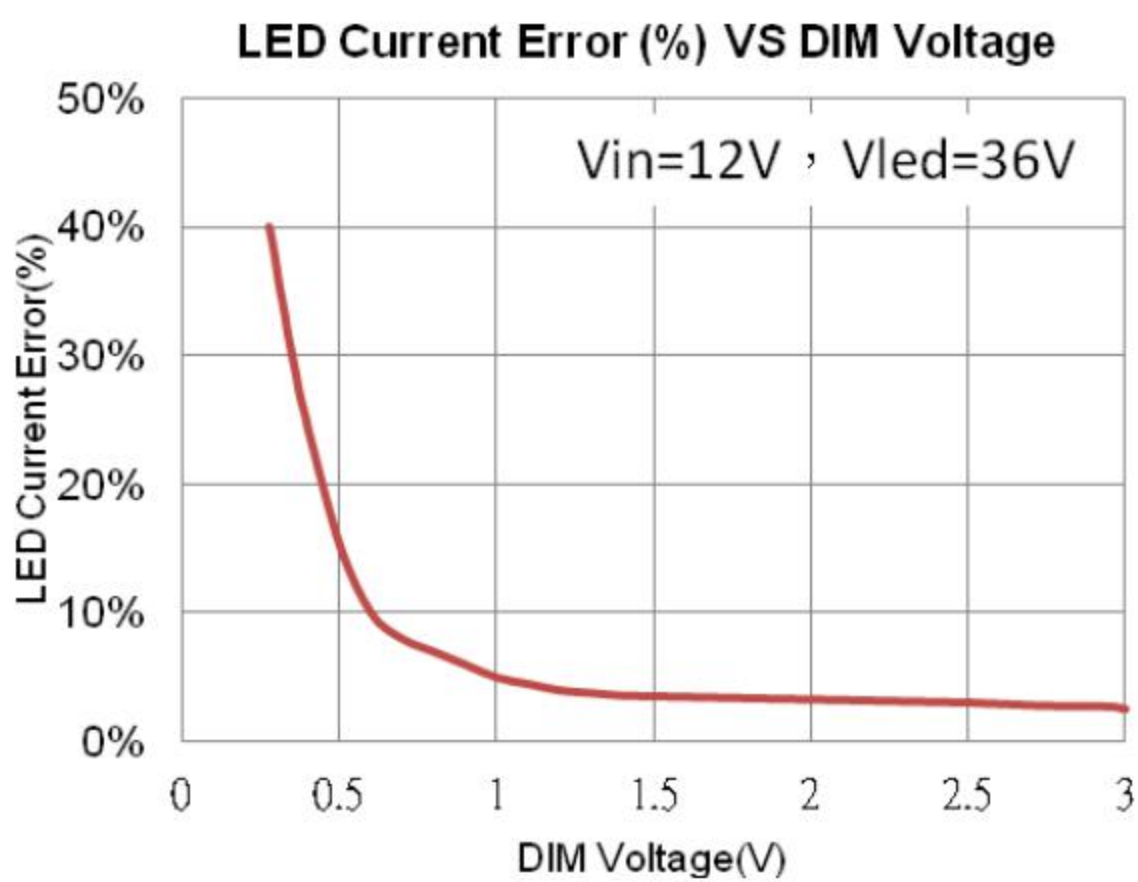
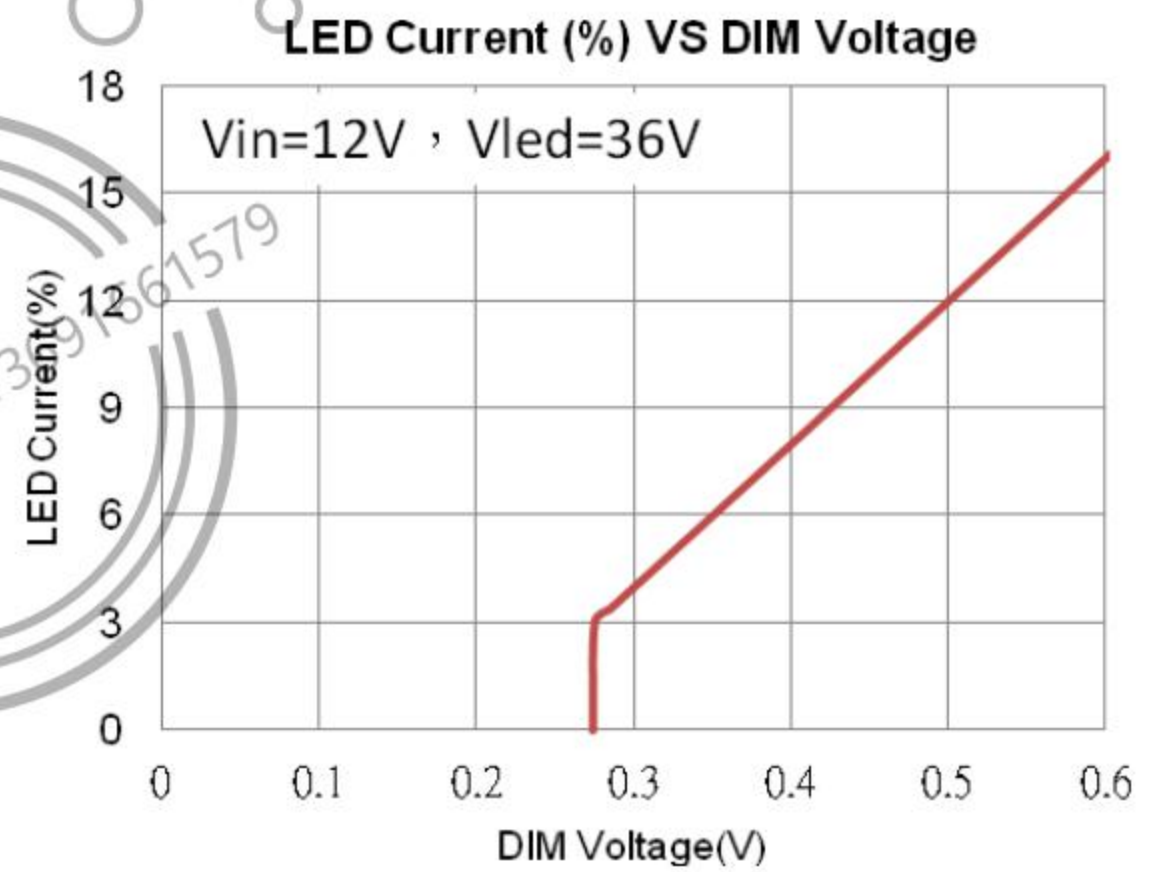
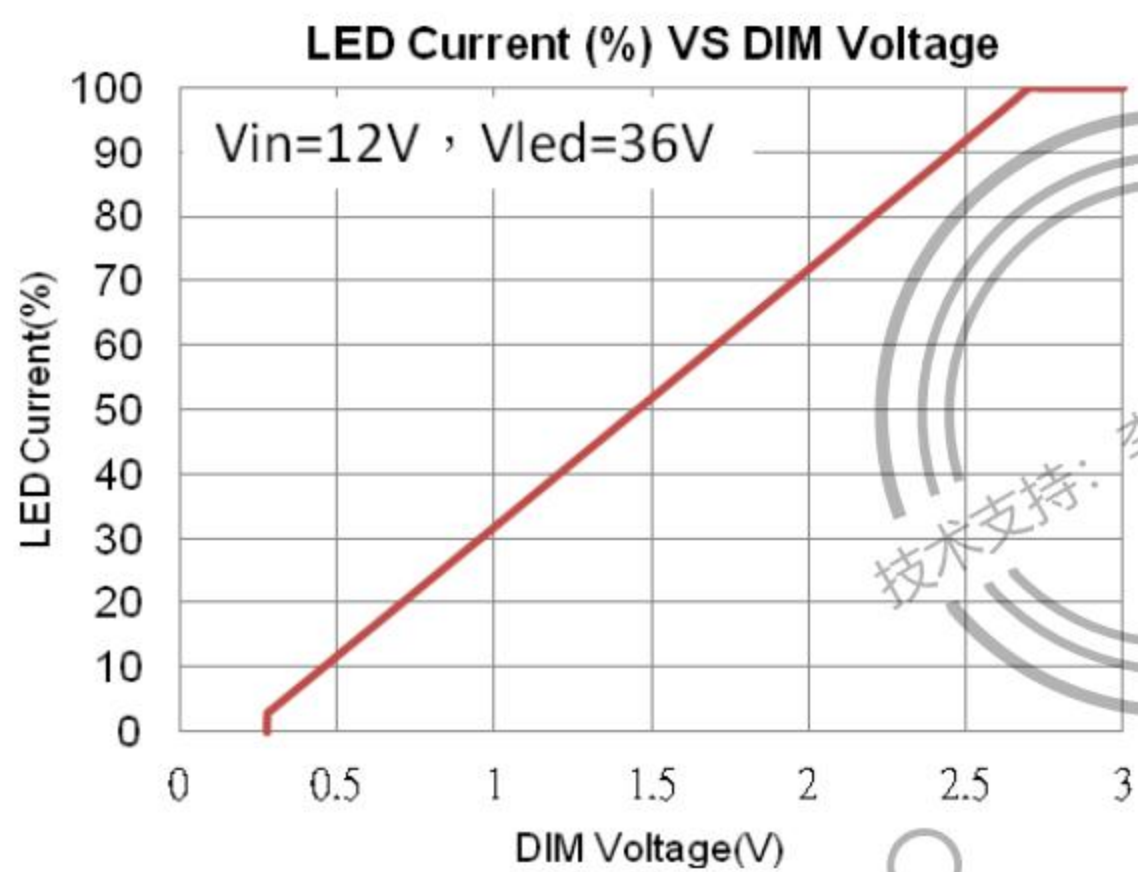
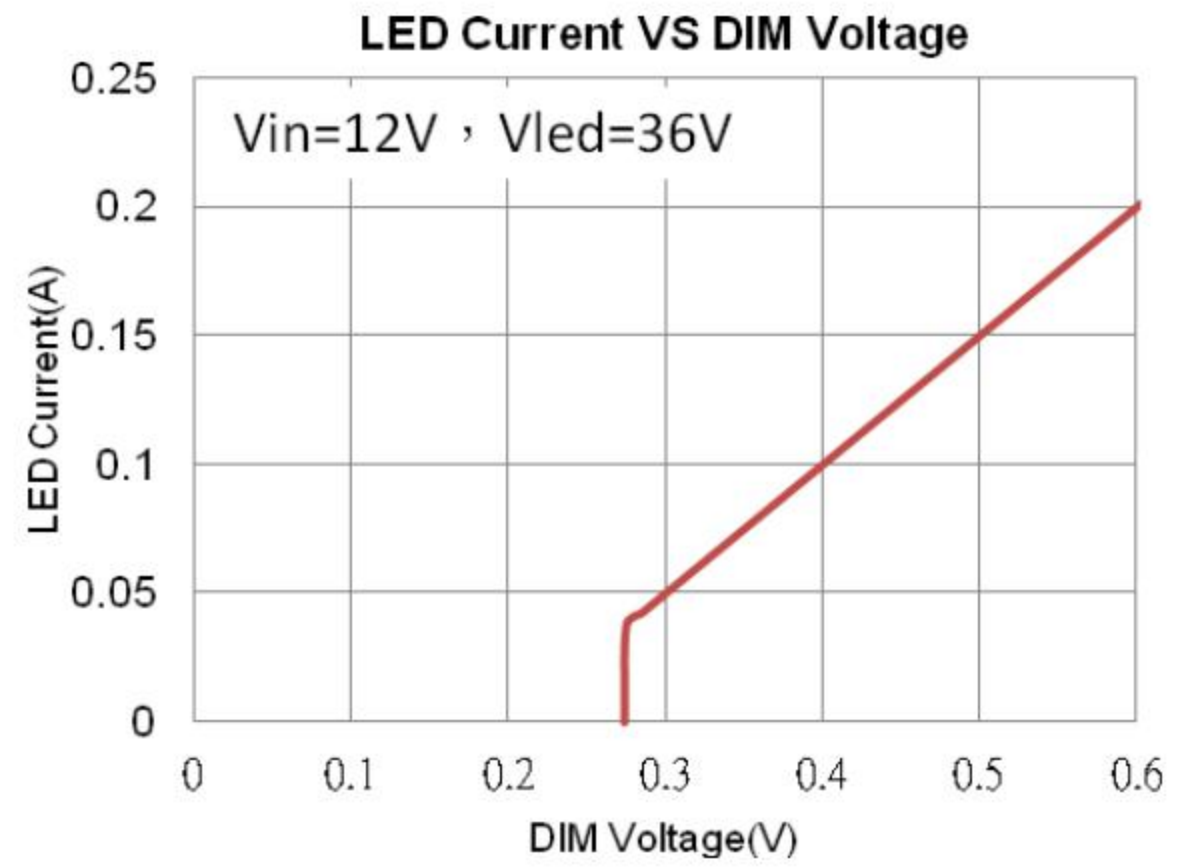
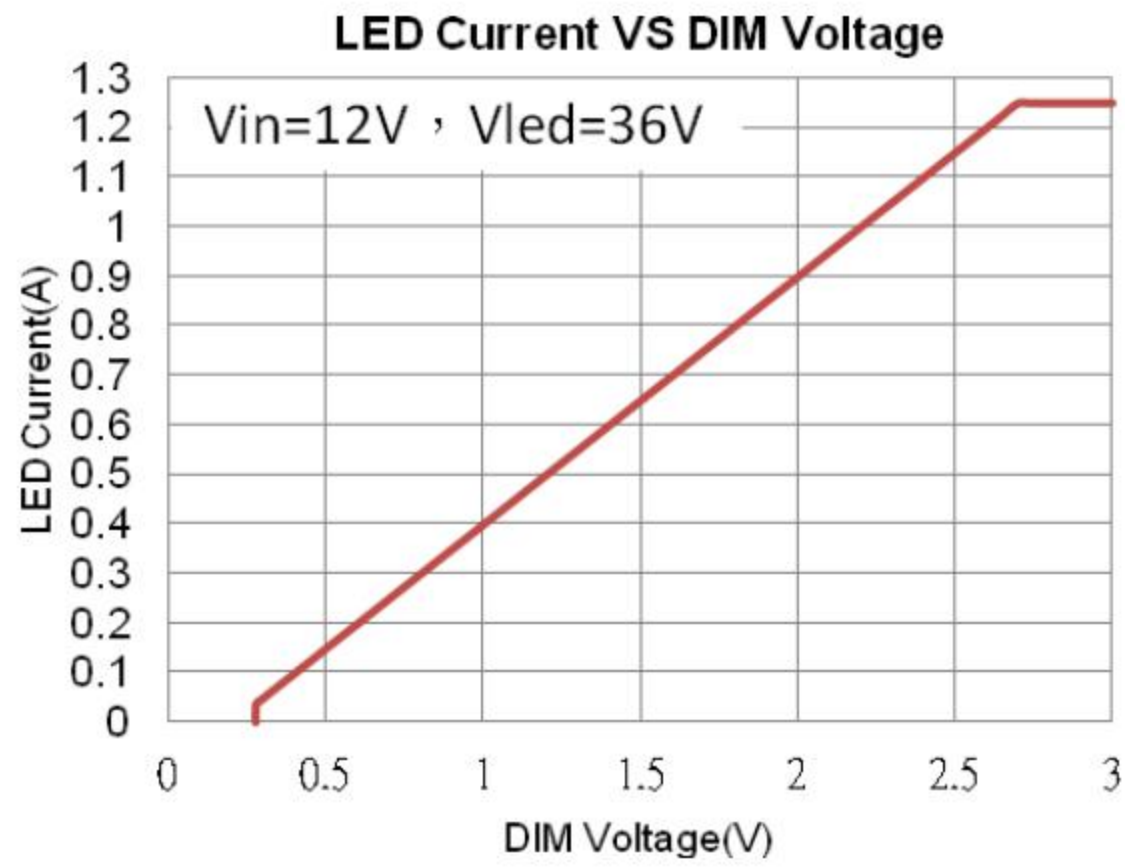
| Name | No. | I/O | Description                        |
|------|-----|-----|------------------------------------|
| VDS  | 1   | P   | 產生 8V 提供內部電路與 EXT Pin 驅動 NMOS 閘極使用 |
| DIM  | 2   | I   | 線性與數位調光控制，開關控制                     |
| EN   | 3   | I   | 開關控制                               |
| COMP | 4   | O   | 迴路補償腳                              |
| FB   | 5   | I   | 反饋電壓                               |
| OVP  | 6   | I   | 輸出過電壓保護，外部接電阻調整                    |
| RT   | 7   | I   | 工作頻率外部接電阻調整                        |
| SS   | 8   | I   | 軟啓動外部接電容調整時間                       |
| SC   | 9   | O   | LED 短路保護控制                         |
| CS   | 10  | I   | 電感峰值電流檢測與過電流偵測                     |
| HVDD | 11  | P   | 輸入電源，工作電壓 5V~24V                   |
| GND  | 12  | P   | IC 的地                              |
| GND  | 13  | P   | IC 的地                              |
| EXT  | 14  | O   | PWM 開關控制，連接到 NMOS 閘極               |
| EP   | 15  | -   | Exposed PAD 接到地                    |



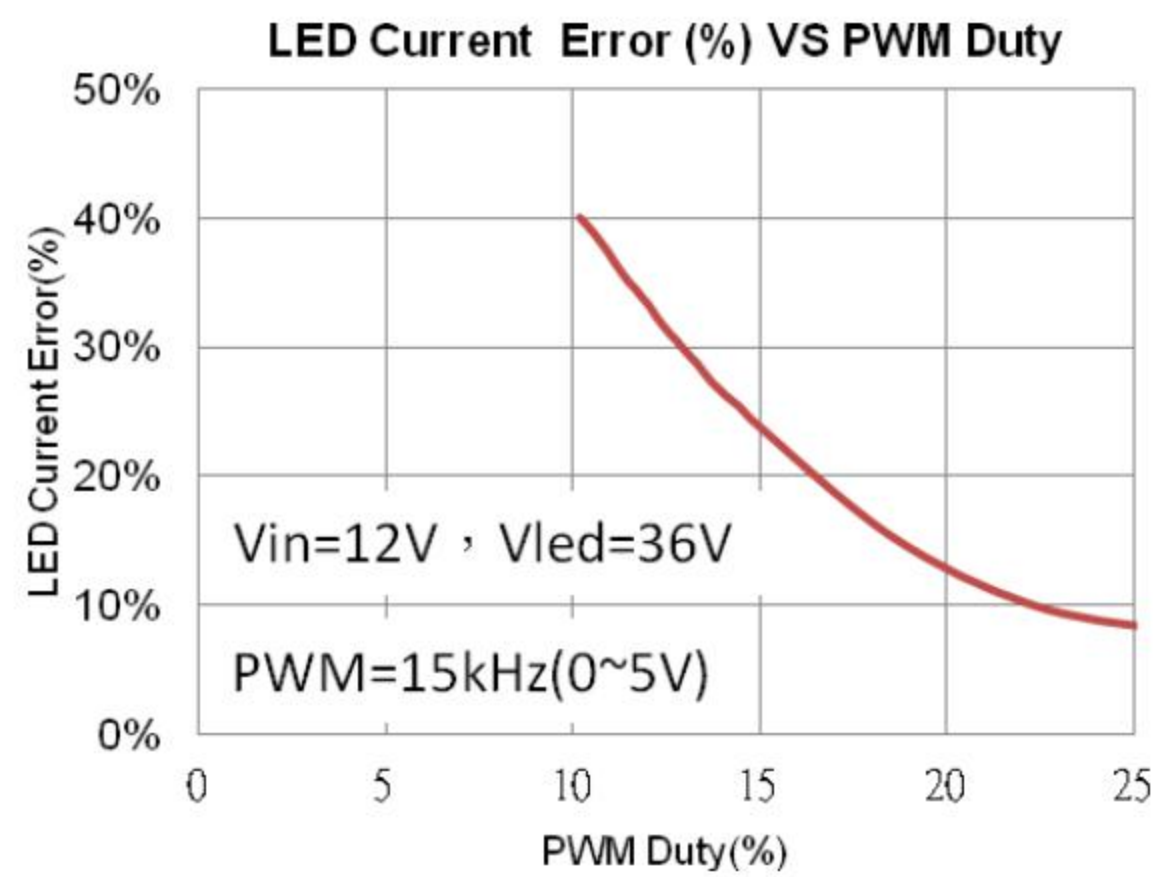
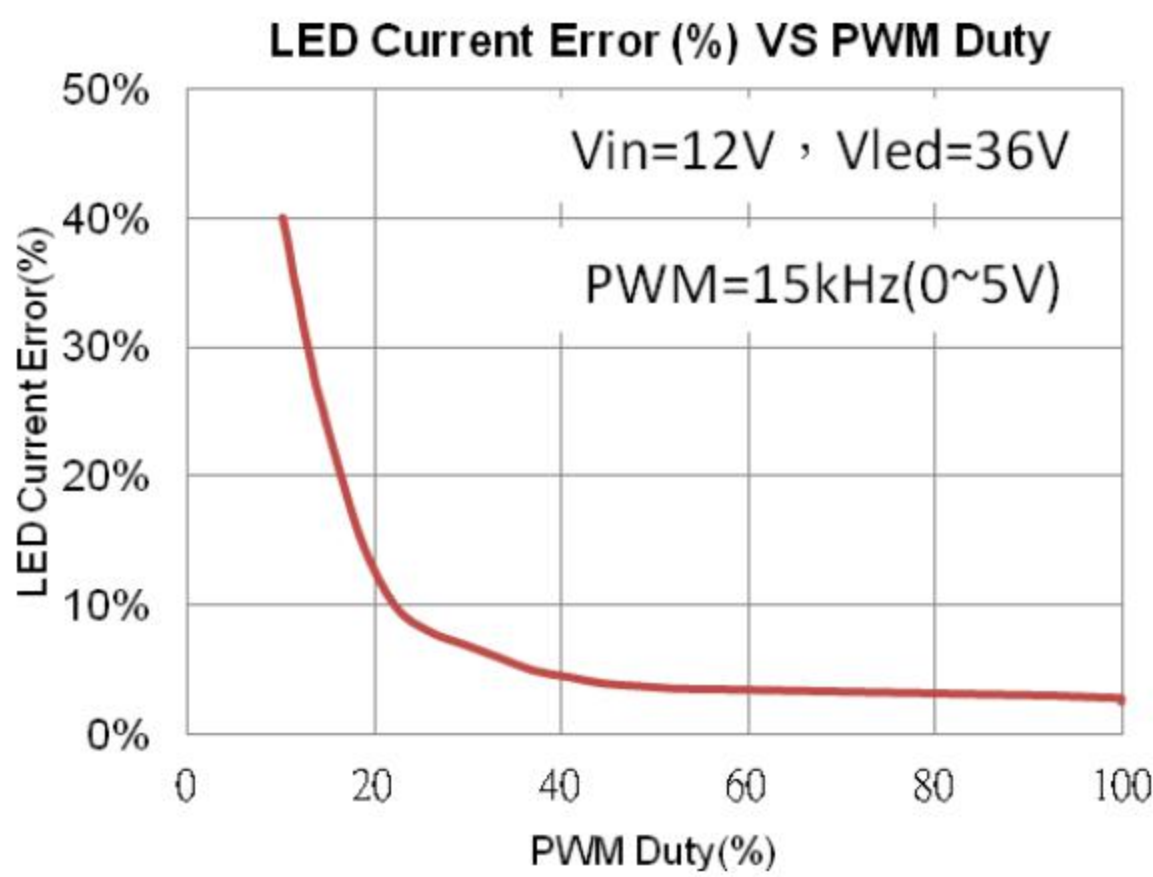
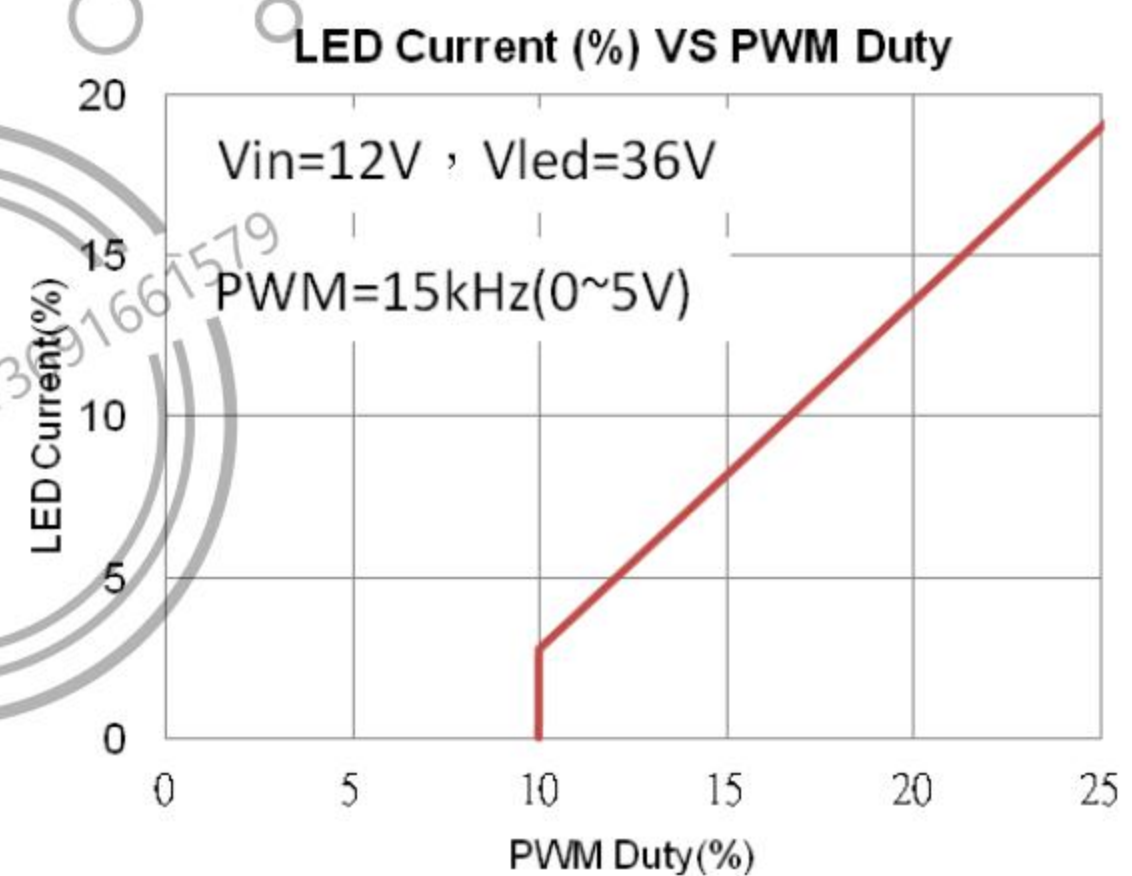
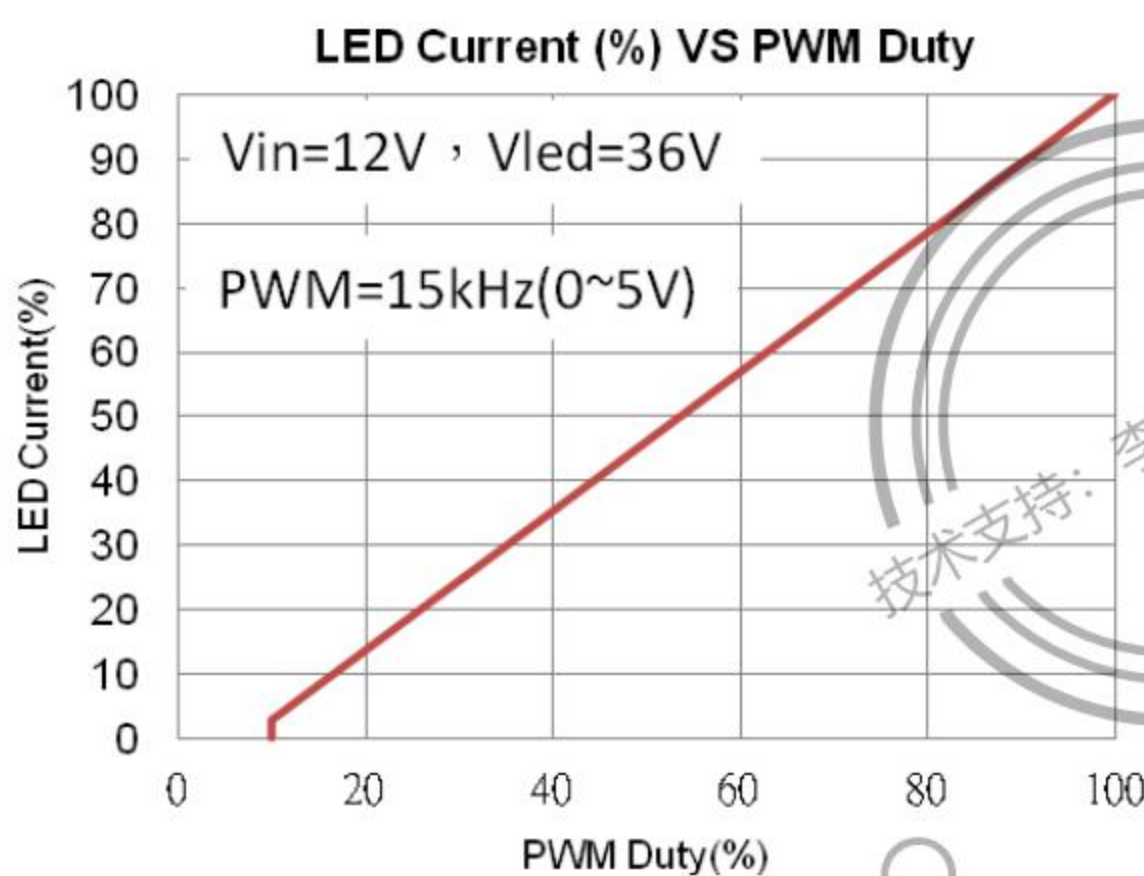
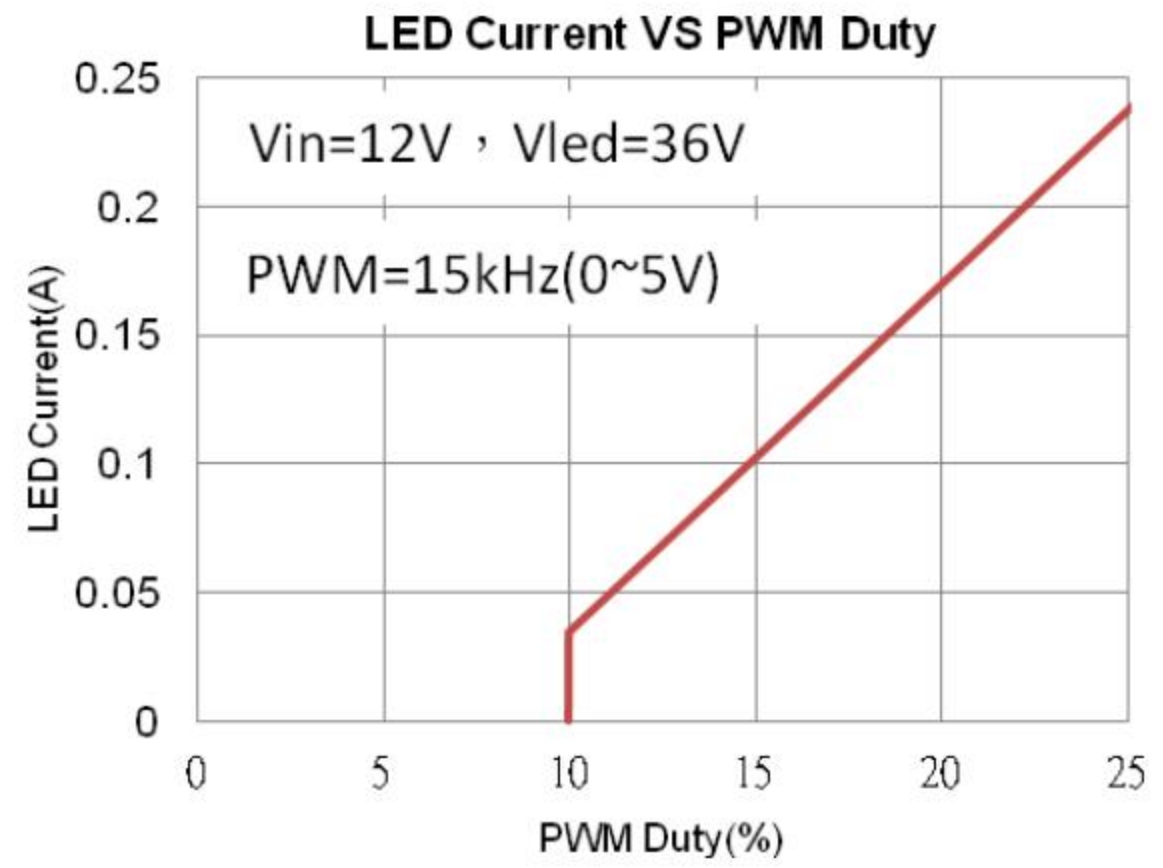
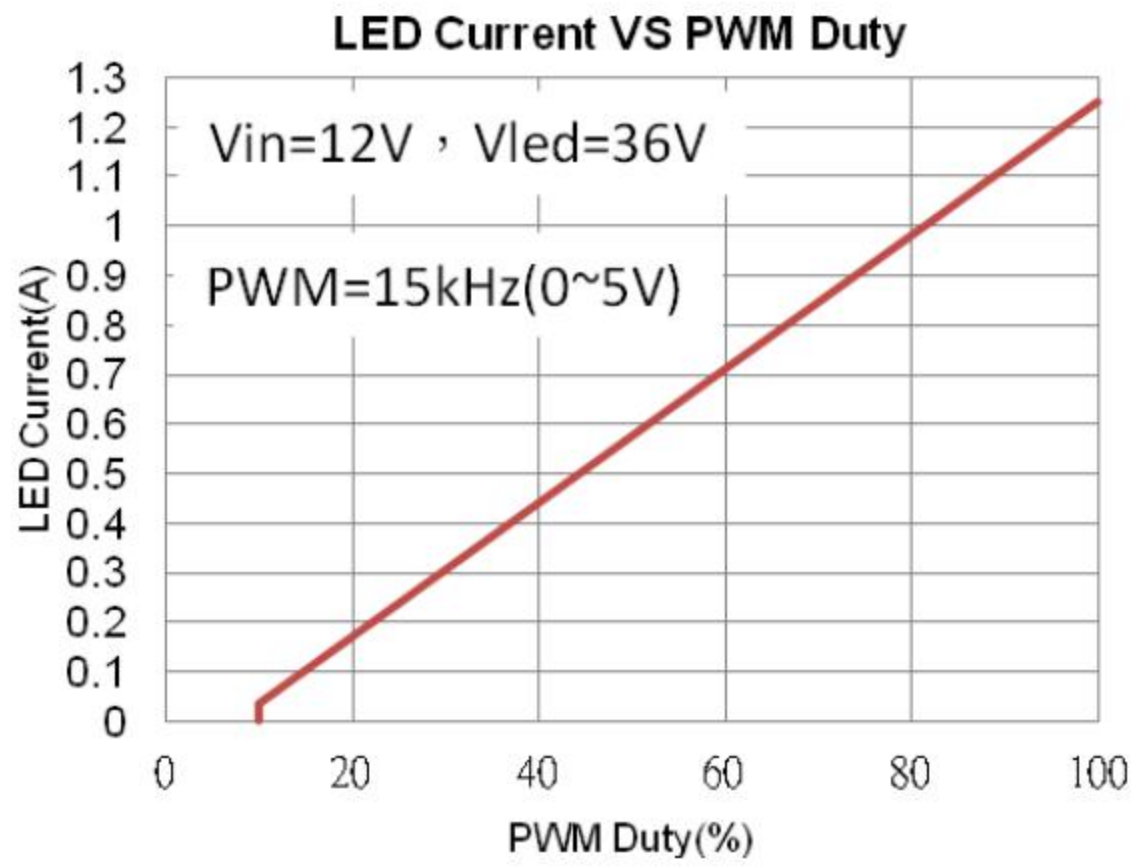
|   |             |          |     |
|---|-------------|----------|-----|
|  | 文件名稱        | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 | 20201210 |     |
|   |             | 版別       | V06 |

特性曲線



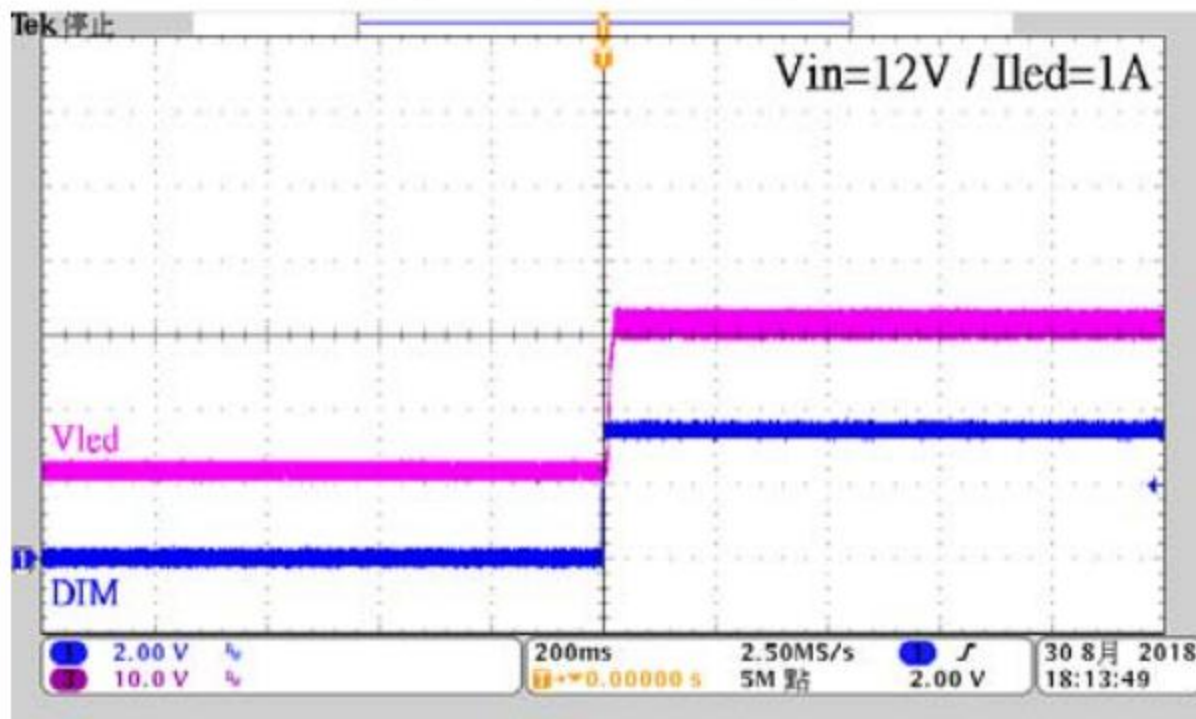




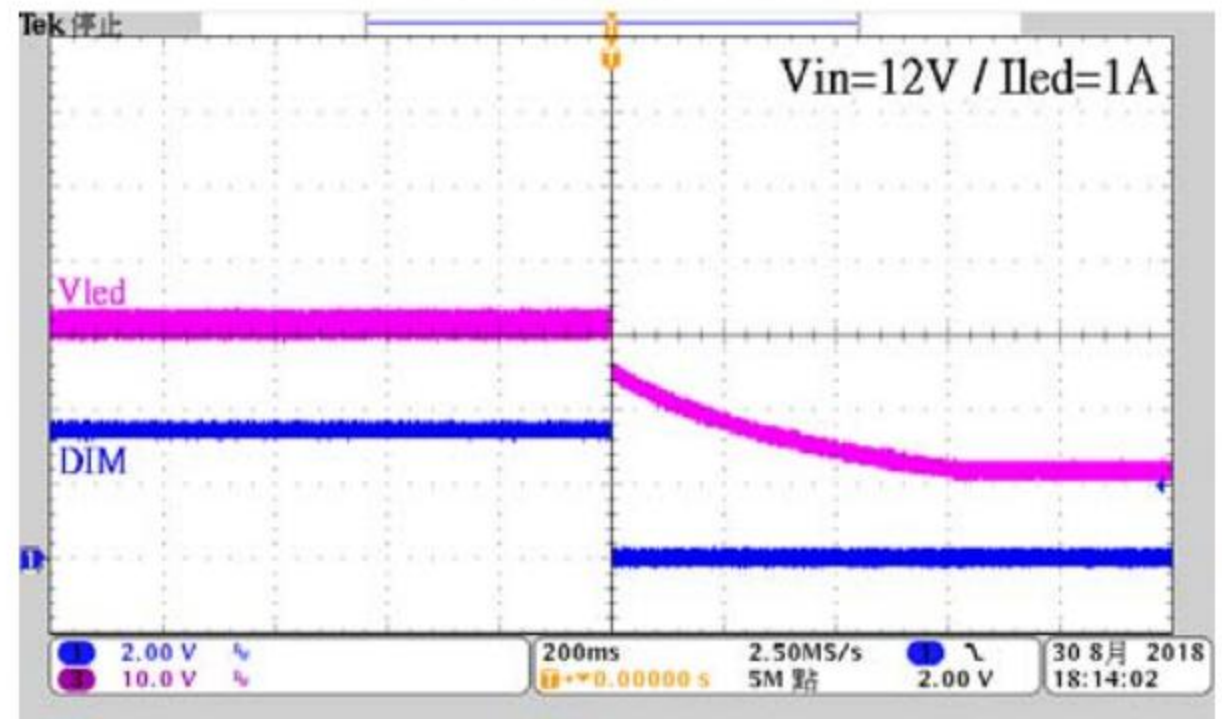




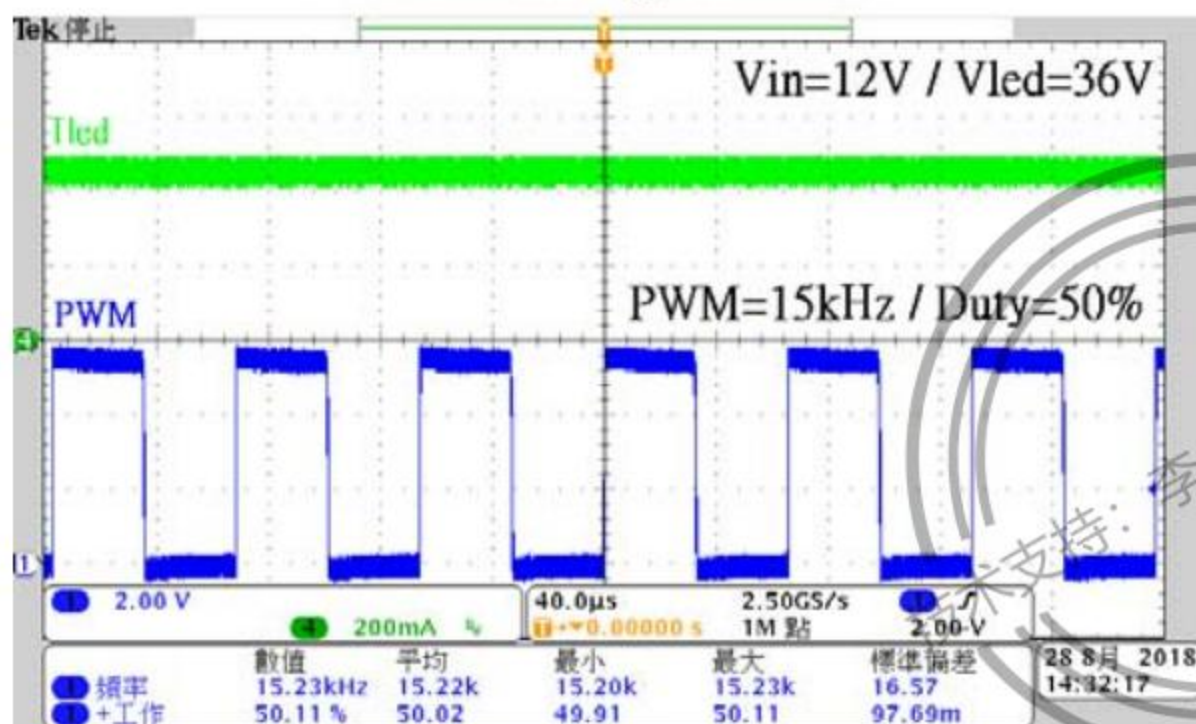
Power ON From DIM



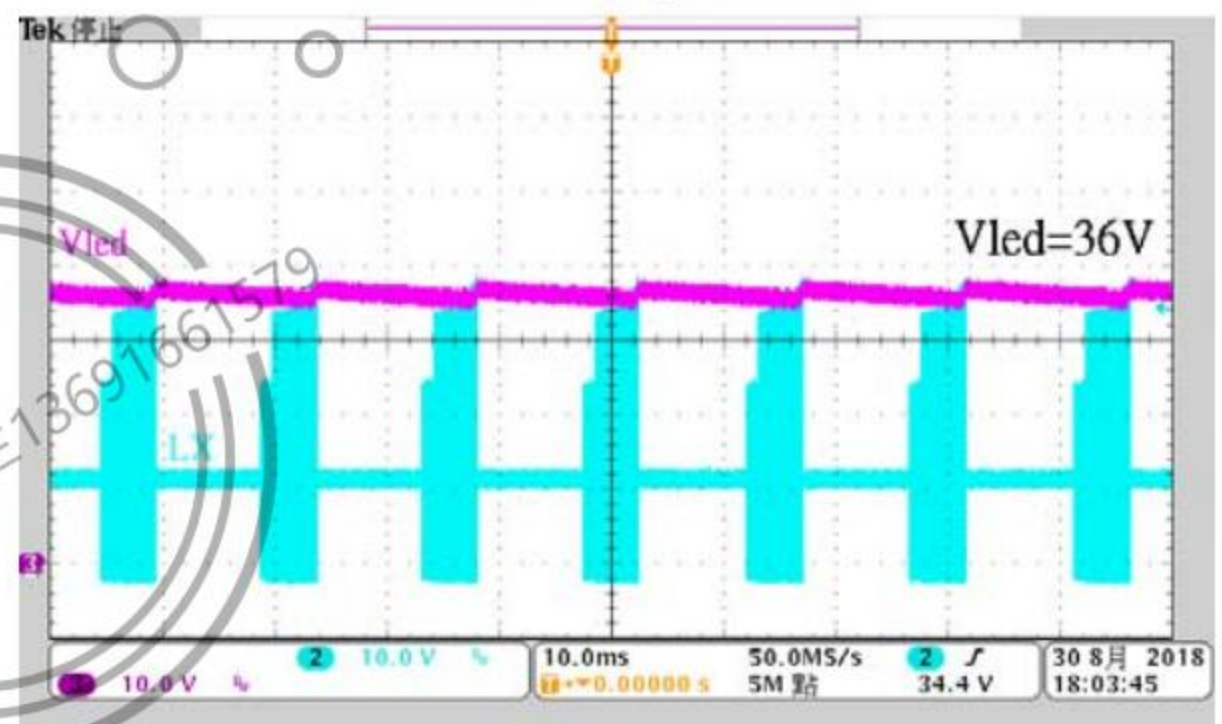
Power OFF From DIM



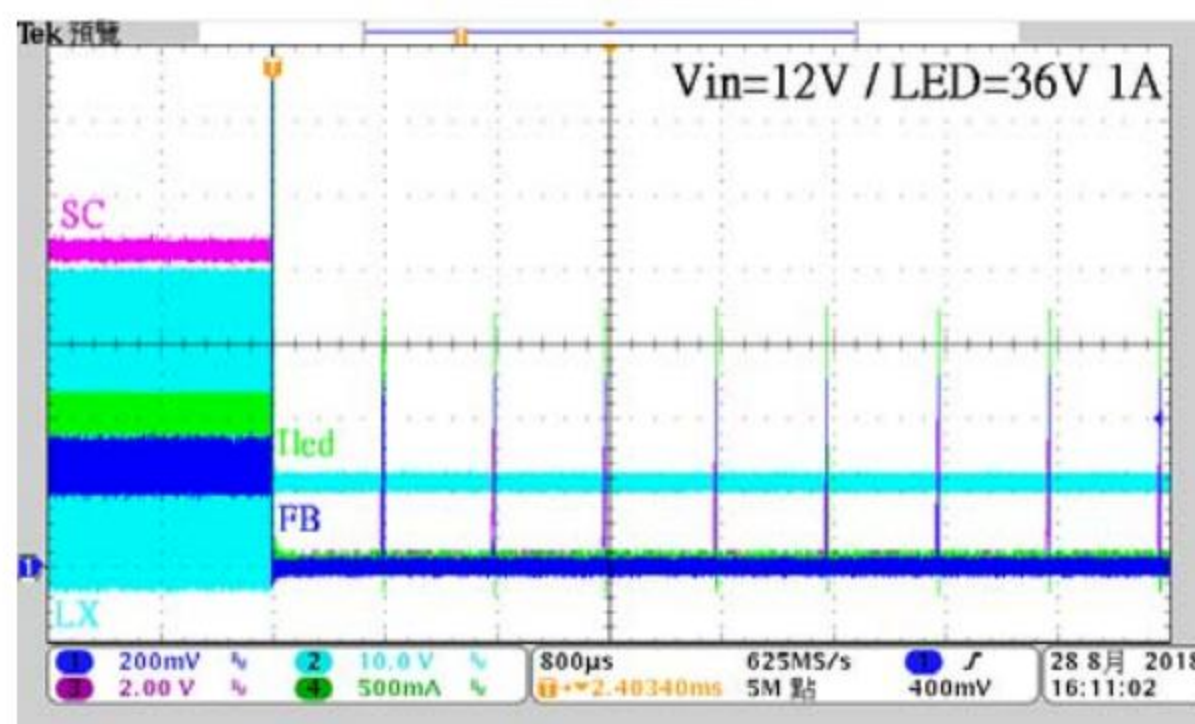
PWM Dimming From DIM



LED Open

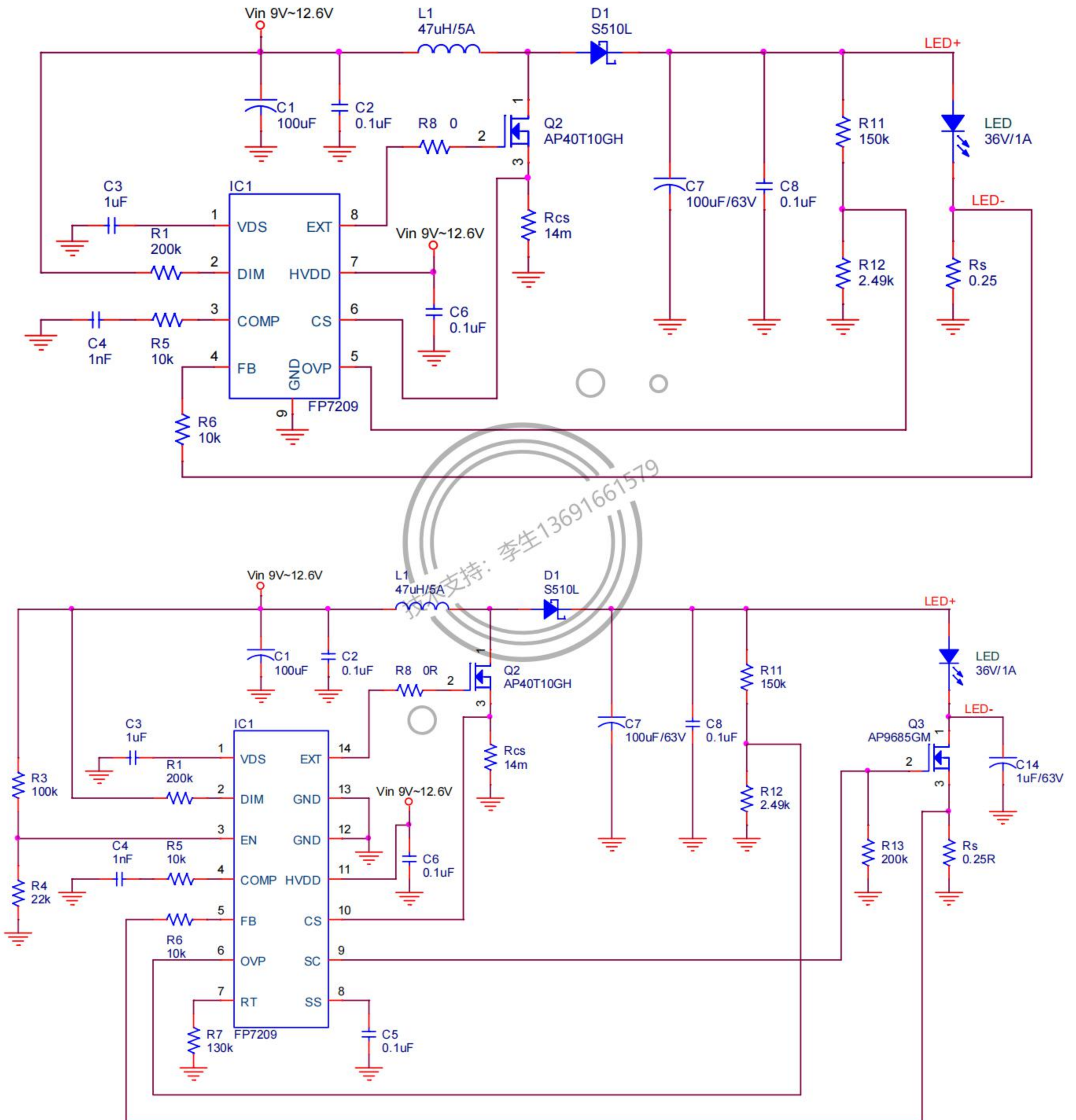


LED Short





應用電路圖





|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

### 應用元件

- C1,C7：輸入與輸出穩壓電容。
- C2,C6,C8：高頻雜訊濾波電容。
- C3：輸入電源接 HVDD 經過內部穩壓管到 VDS 產生 8V，此電壓會提供內部電路與 EXT Pin 驅動外部 Q2 的閘極，需要加穩壓電容。
- C4,R5：系統的補償迴路，關係到系統的穩定度。
- C5：軟啟動電容，改變電容值調整啟動時間。
- C14：LED 正負兩端短路會產生高壓突波，造成 Q3 損壞，在 LED 負端與地之間加 1uF 電解電容吸收突波，電容耐壓大於 LED 開路電壓的 1.3 倍。
- L1：電感具有儲能與濾波功用，感值越大電感漣波越小，相對感值越小漣波越大。選用電感需注意電感是否適合高頻操作，及電感額定飽和電流值。
- D1：當 Q2 截止時，D1 蕭特基管導通提供電感放電迴路。
- Q2：使用內阻低的 NMOS，Drain 端高電壓等於輸出 36V，耐壓選用 36V 的 1.5 倍。
- Q3：LED 短路保護 NMOS，發生短路阻隔大電流路徑。
- R1：接在 Vin 與 DIM Pin 之間，將 DIM 電壓提高超過 2.7V，讓 FB 電壓固定 0.25V。
- R3、R4：分壓電阻設定 FP7209 開啓與關閉電壓。
- R6：FB 內部穩壓管限流電阻，避免高壓大電流將 FB 內部元件擊傷。
- R7：調整工作頻率，電阻不接(懸空)，預設頻率 150kHz。
- R8：預留作為 EMI 對策。
- R11,R12：分壓電阻設定輸出過電壓保護。
- R13：短路保護 NMOS(Q3)的 Gate 對地下拉電阻。
- Rcs：電感峰值檢測與過電流偵測電阻。
- Rs：取樣電阻接到 FB Pin，設定 LED 電流， $V_{FB}$  除以  $R_s$  等於 LED 電流。



|   |             |          |     |
|---|-------------|----------|-----|
|  | 文件名稱        | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 | 20201210 |     |
|   |             | 版別       | V06 |

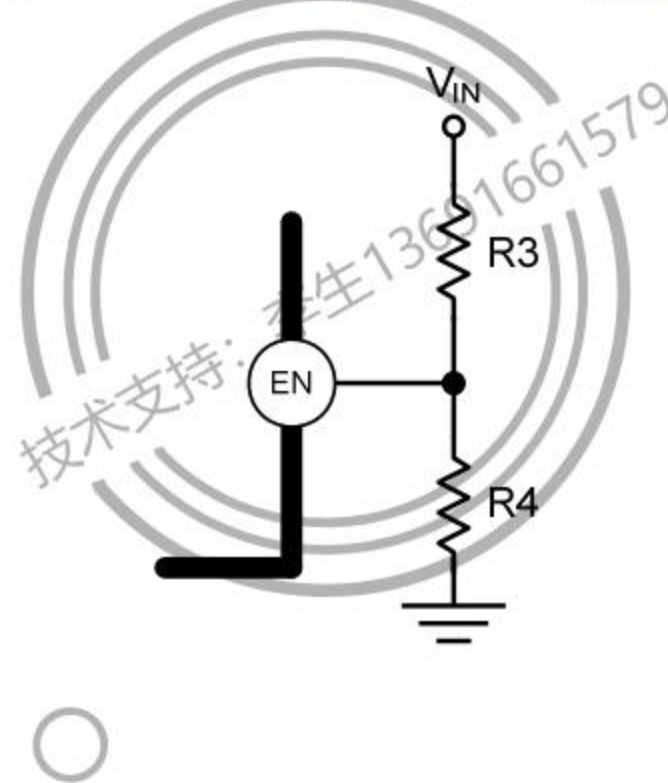
## 功能說明

### a. 軟啟動

SS Pin 接電容到地，可以調整軟啟動時間；當 FP7209 啟動時，利用軟啟動限制 EXT pin 的 PWM 佔空比大小，讓佔空比緩慢打開，避免瞬間輸入湧浪電流過大；內部定電流 3.5μA 對外部電容充電。

### b. EN 開關控制

如下分壓電阻 R3、R4 連接 Vin 與 EN，可以調整 FP7209 開啓與關閉電壓，當 EN 超過 1.5V 開啓，EN 低於 1.3V 關閉，遲滯電壓 0.2V 避免 IC 反覆開關；EN 低於 1.3V 時 EXT PWM 訊號、VDS 電壓、SC 訊號都會被關閉，HVDD 耗電流小於 6μA；不設定開啓與關閉電壓，R3 接 200kΩ、R4 不接，EN 內部拑位電路限制  $V_{EN} < 5.5V$ ，此外 EN Pin 不能空接(懸空)。HVDD 電壓低於 5V，不能使用 R3、R4 控制 EN 開關，例如單節鋰電池 3V~4.2V，輸出端接到 HVDD，當 Vin 降低 EN 關閉，輸出不升壓，HVDD 趨近 Vin，就會低於 5V。



### c. FB 電壓設定

不調光時，在 Vin 與 DIM 之間接 200kΩ，將 DIM 電壓提升超過 2.7V，讓 FB 反饋電壓固定在 0.25V，DIM Pin 不能空接(懸空)。

### d. 線性調光控制

直流電壓連接到 DIM Pin 做調光控制，如下公式改變 DIM 電壓，就能改變 FB 電壓，調整 LED 電流， $V_{DIM}$  大於 0.275V 開始產生  $V_{FB}=7.5mV$ ，當  $V_{DIM}$  等於 2.7V， $V_{FB}$  是最大 0.25V，LED 電流範圍 3%~100%， $V_{DIM}$  大於 2.7V，會被 DIM 內部穩壓管限制在 2.7V，即使  $V_{DIM}$  到 5.5V，都是用 2.7V 代入公式計算 LED 電流； $V_{DIM}$  低於 0.05V，FP7209 完全關閉，HVDD 耗電流低於 6μA。

$$V_{FB} = \frac{V_{DIM} - 0.2V}{10}, \quad I_{LED} = \frac{V_{FB}}{R_S}$$



|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

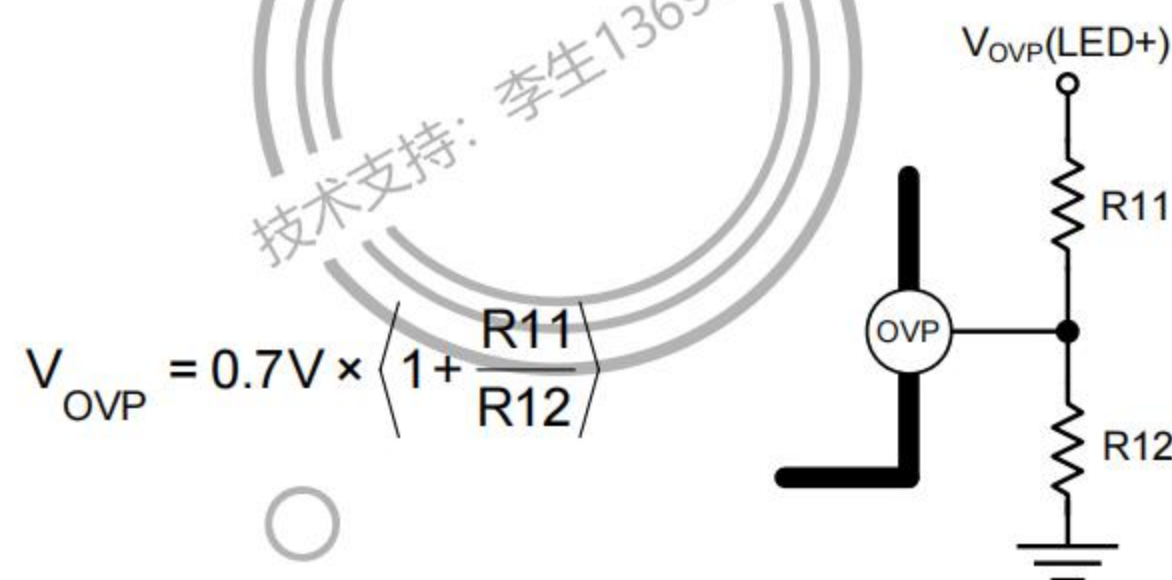
### e. 數位調光控制

PWM 訊號連接到 DIM Pin 調光控制，DIM 內部先有穩壓管限制最高電壓 2.7V，再經過濾波器將 PWM 濾成直流，如下公式，改變 PWM 佔空比(Duty)，就能改變內部  $V_{DIM}(V_{DIM}=V_{PWM} \times Duty)$ ，當  $V_{PWM}$  振幅超過 2.7V 被內部穩壓管限制在 2.7V，即使  $V_{PWM}$  到 5.5V， $V_{PWM}$  都是用 2.7V 代入公式計算 LED 電流；PWM 佔空比 10.2%~100%， $V_{FB}$  是 7.5mV~250mV，LED 電流範圍 3%~100%。PWM 頻率大於 15kHz。當輸入電壓低於 5V，調光 PWM 佔空比起始值從 10.2% 變成約 13%，LED 電流 3%變 6%。

$$V_{FB} = \frac{V_{PWM} \times Duty - 0.2V}{10}, \quad I_{LED} = \frac{V_{FB}}{R_S}$$

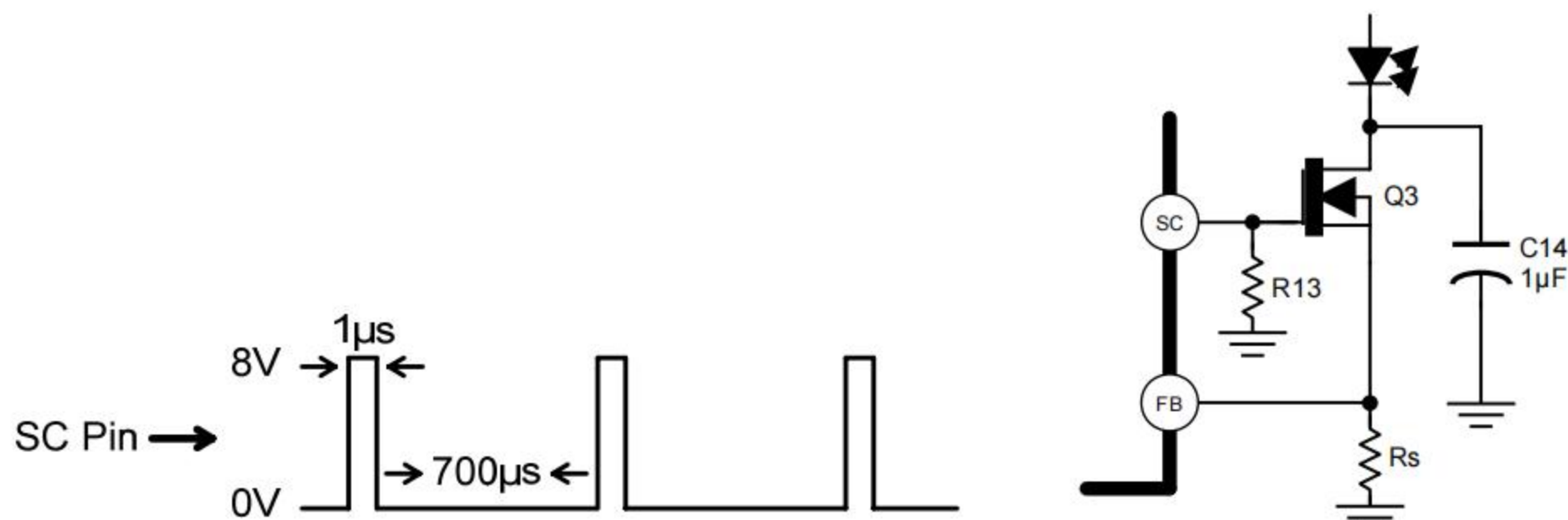
### f. 過電壓保護(OVP)

當 LED 開路，FB Pin 由取樣電阻  $R_s$  到地，FB 電壓 0V，EXT 會將佔空比開大，導致輸出電壓衝高，擊傷升壓元件，將分壓電阻 R11 與 R12 接到 LED+ 與 OVP Pin，OVP Pin 超過 0.7V 佔空比關閉，低於 0.7V 再打開，避免輸出電壓衝高，利用以下公式設定輸出  $V_{OVP}$ 。



### g. 短路保護(SCP)

LED 發生短路，大電流流過 Q3 與  $R_s$ ， $R_s$  連接到 FB Pin，當 FB 超過 0.4V(中心值)，SC 會下拉將 Q3 關閉，停止 700 $\mu$ s 再打開(停止 700 $\mu$ s 時也會將 EXT 訊號關閉)，若 FB 仍超過 0.4V 持續以上動作，若 FB 低於 0.4V，恢復正常 SC=8V 讓 Q3 導通。LED 正負兩端短路會產生高壓突波，造成 Q3 損壞，在 LED 負端與地之間加 C14 電解電容 1 $\mu$ F 吸收突波，電容耐壓大於 LED 開路電壓的 1.3 倍。





|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

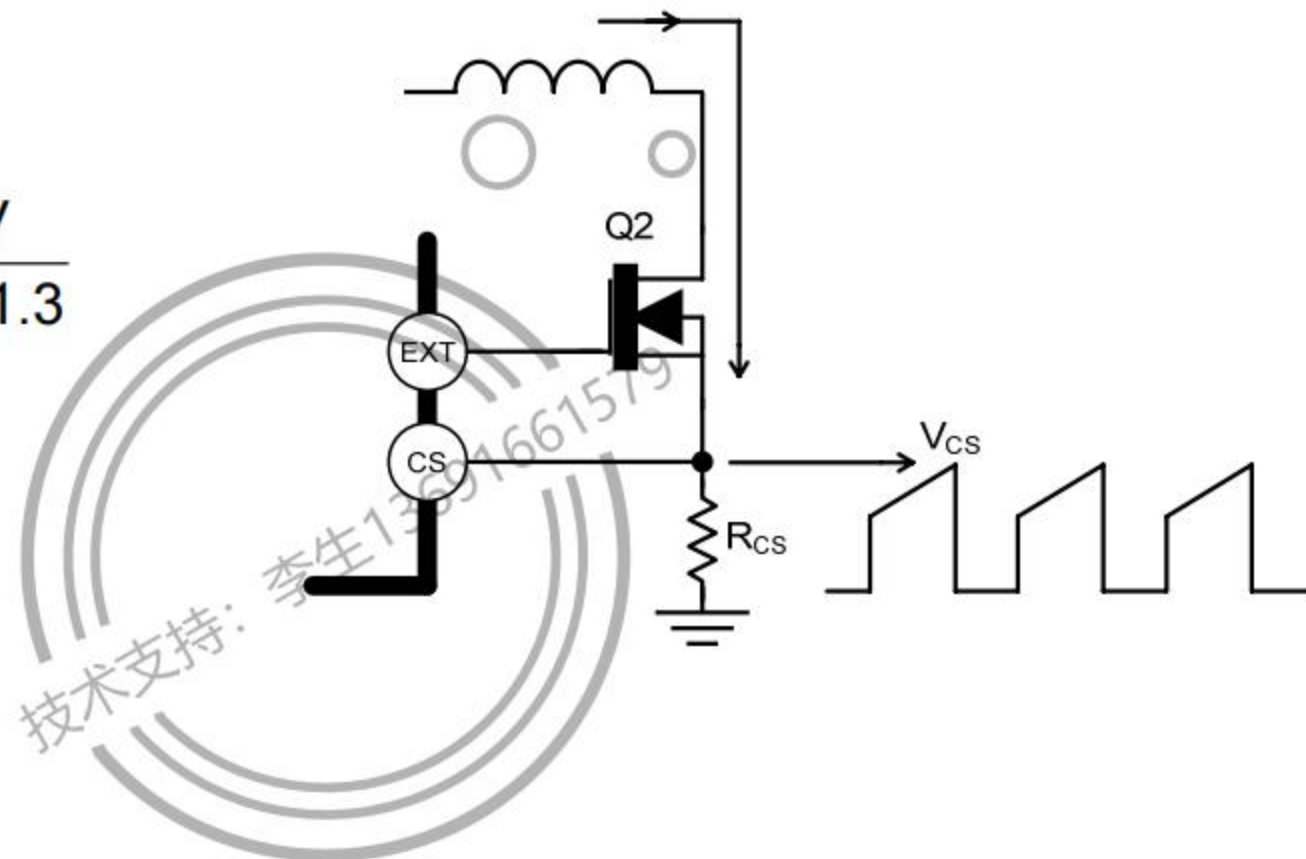
#### h. 過熱與過溫保護

IC 內部晶片溫度達到 135°C，LED 電流開始降低，若溫度持續升高，電流會持續下降，晶片溫度達到 150°C，將 EXT 訊號關閉，直到晶片溫度降低為 130°C 再將 EXT 打開。

#### i. 過電流保護

過電流檢測電阻  $R_{CS}$  連接 Q2 S 端與地之間，Q2 打開電感電流通過  $R_{CS}$  產生  $V_{CS}$ ，CS 檢測  $V_{CS}$  峰值電壓，以下公式計算  $R_{CS}$ ，0.085V 是 CS 檢測電壓下限值， $I_{LP}$  是電感峰值電流，常數 1.3 是提供 30% 的誤差範圍，避免  $R_{CS}$  電感，頻率誤差，而誤觸發過電流保護。當觸發過電流保護，EXT 佔空比會縮小，限制電感電流，避免 Q2 損傷。

$$R_{CS}(\Omega) = \frac{0.085V}{I_{LP}(A) \times 1.3}$$



#### 電感平均電流(輸入電流)

$$I_{Lavg} = \frac{V_{out} \times I_{out(max)}}{V_{in} \times Eff}$$

$V_{in}$  輸入電壓， $V_{out}$  輸出電壓(LED 電壓)， $I_{out(max)}$  輸出最大電流(LED 電流)， $Eff$  轉換效率

#### 電感峰對峰值電流

$$I_{Lpp} = \left\langle \frac{V_{in}}{V_{out}} \right\rangle^2 \times \left\langle \frac{V_{out} - V_{in}}{F_s \times I_{out(max)}} \right\rangle \times \left\langle \frac{Eff}{L} \right\rangle \times I_{Lavg}$$

$F_s$  工作頻率， $L$  電感

#### 電感峰值電流

$$I_{LP} = I_{Lavg} + \frac{I_{Lpp}}{2}$$

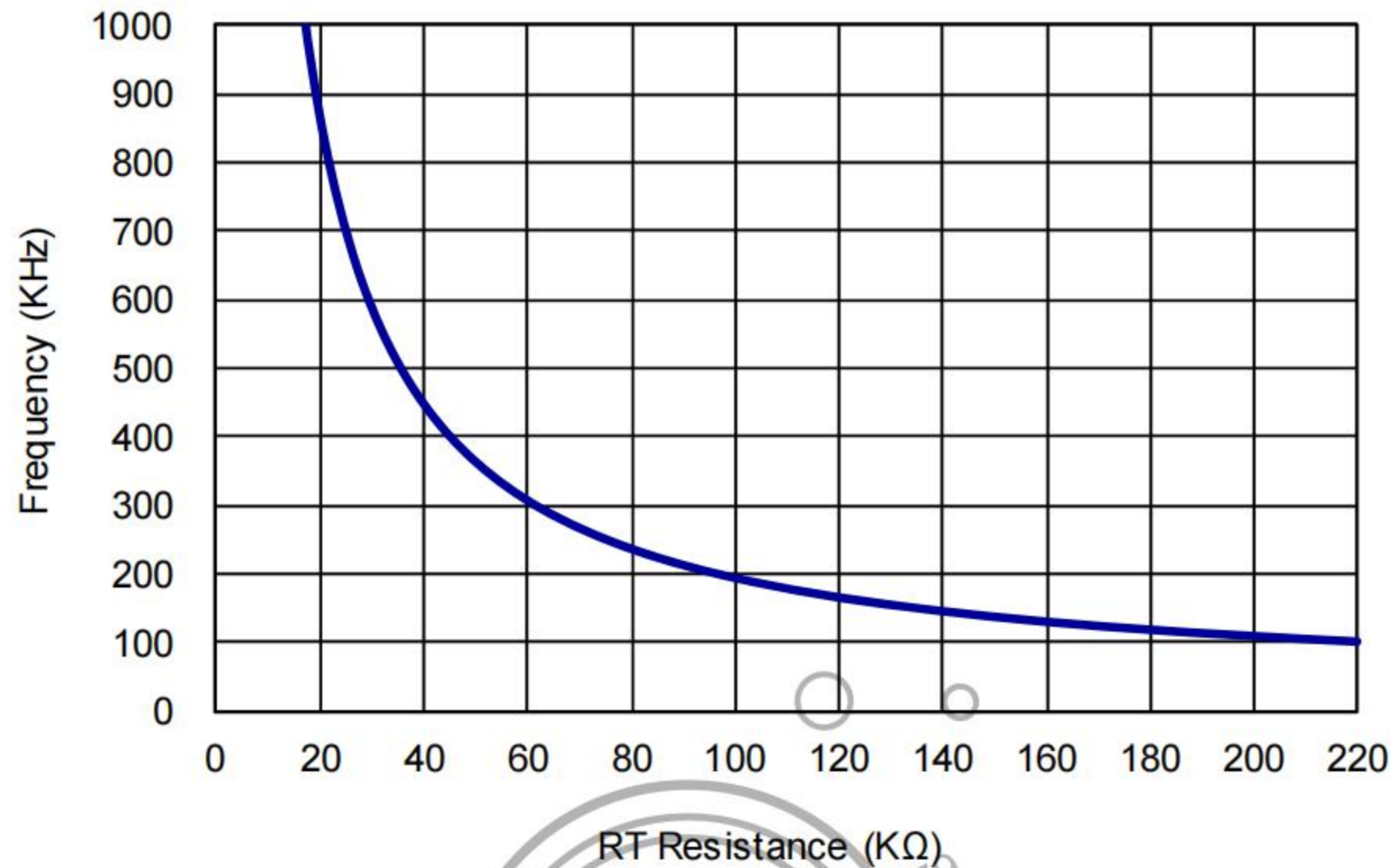
#### j. 工作頻率

RT Pin 與地之間接電阻調整工作頻率，頻率範圍 100kHz ~ 1000kHz，對應電阻 220kΩ ~ 17kΩ；當 RT Pin 不接電阻(懸空)，FP7209 內部預設頻率 150kHz，以下是電阻值對應工作頻率圖與計算公式。



|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

$$RT(K\Omega) = \frac{17000}{f_{OSC}(KHz) - 25}$$



## 應用說明

### a. 輸入低電壓應用

輸入電壓會低於 5V，像是單節鋰電池，將 HVDD Pin 接到輸出 LED+，並且注意 LED 開路 OVP 電壓設定不能超過 HVDD 工作電壓 24V；輸入 5V~8.5V，且考量 OVP 電壓接近或超過 24V，將輸入電壓連接到 HVDD 與 VDS Pin，可以提升轉換效率；輸入高於 8.5V，接到 HVDD Pin，不要接到 VDS Pin。

### b. 電感計算

電感值計算公式，Vin 輸入電壓，Vout 輸出電壓(LED 總電壓)，Fs 工作頻率，Iout(LED 最大電流)，Eff 轉換效率，r 電感峰對峰值  $\Delta I_L$  與電感平均電流的比(一般設定在 0.3~0.5)。舉例：Vin=10V、Vout=36V、Iout=1A(max)、Fs=150kHz、Eff=90%、r=0.3，代入公式求得電感 L=40 $\mu$ H，選用 47 $\mu$ H。

$$L = \left\langle \frac{V_{in}}{V_{out}} \right\rangle^2 \times \left\langle \frac{V_{out} - V_{in}}{F_s \times I_{out(max)}} \right\rangle \times \left\langle \frac{Eff}{r} \right\rangle$$

### c. 電容與蕭特基管選用

MLCC 陶瓷電容選用 X5R,X7R 材質，不建議使用 Y5V 材質(內阻高，電容值隨溫度變化大)；蕭特基管選用低導通電壓，平均電流大於輸入與電感峰值電流，耐壓大於輸出電壓的 1.5 倍。

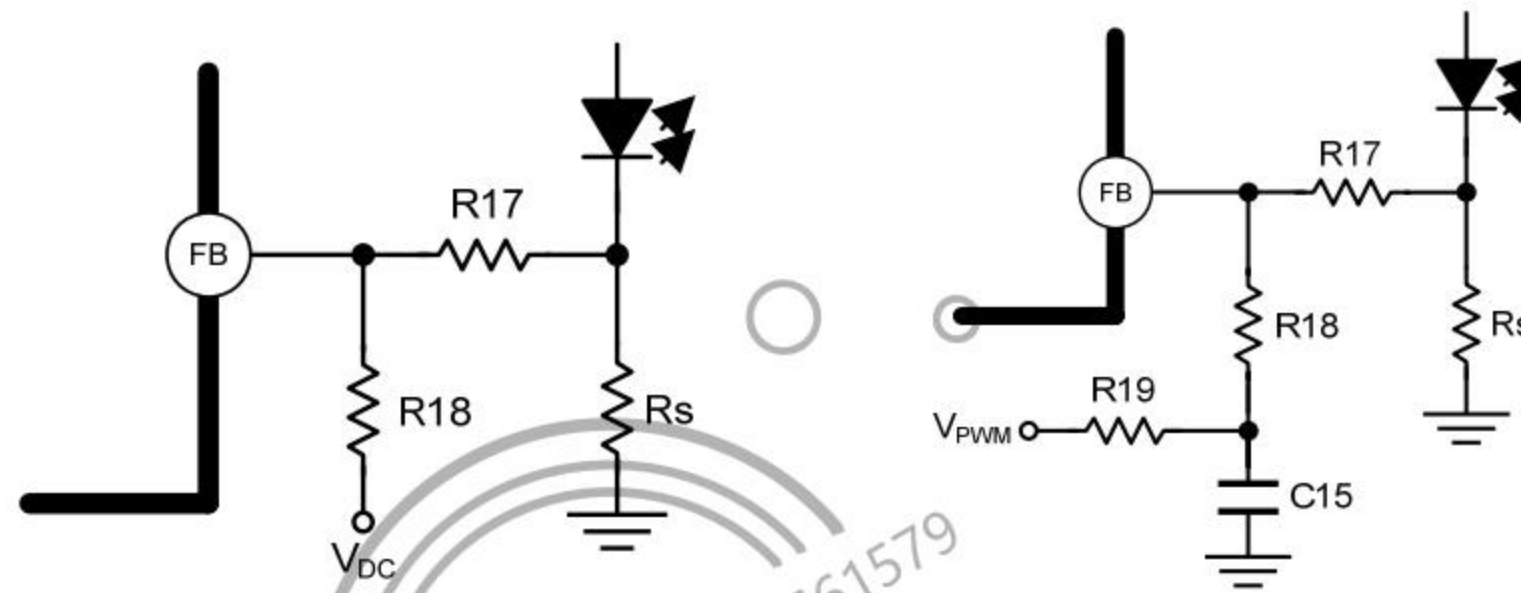


|   |             |          |     |
|---|-------------|----------|-----|
|  | 文件名稱        | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 | 20201210 |     |
|   |             | 版別       | V06 |

#### d. FB Pin 調光控制

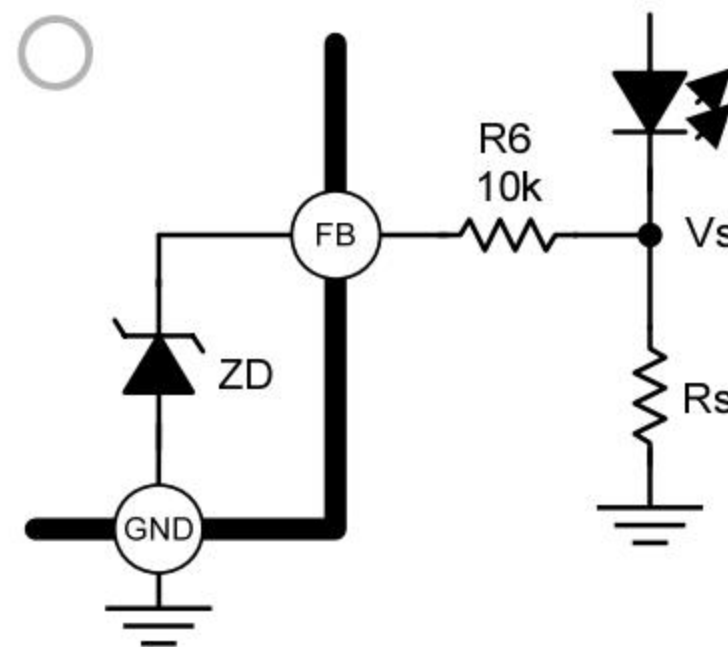
調光也可以透過 FB Pin，提供直流與 PWM 訊號，改變  $V_{DC}$  與  $V_{PWM}$  Duty，就可以調整 LED 電流，電路與公式如下。當輸入電壓低於 5V，不能控制 FB Pin 調光。

$$I_{LED} = \frac{V_{FB} - \frac{R_{17} \times (V_{DC} - V_{FB})}{R_{18}}}{R_s} \quad , \quad I_{LED} = \frac{V_{FB} - \frac{R_{17} \times (V_{PWM} \times Duty - V_{FB})}{R_{18} + R_{19}}}{R_s}$$



#### e. FB Pin 保護電路

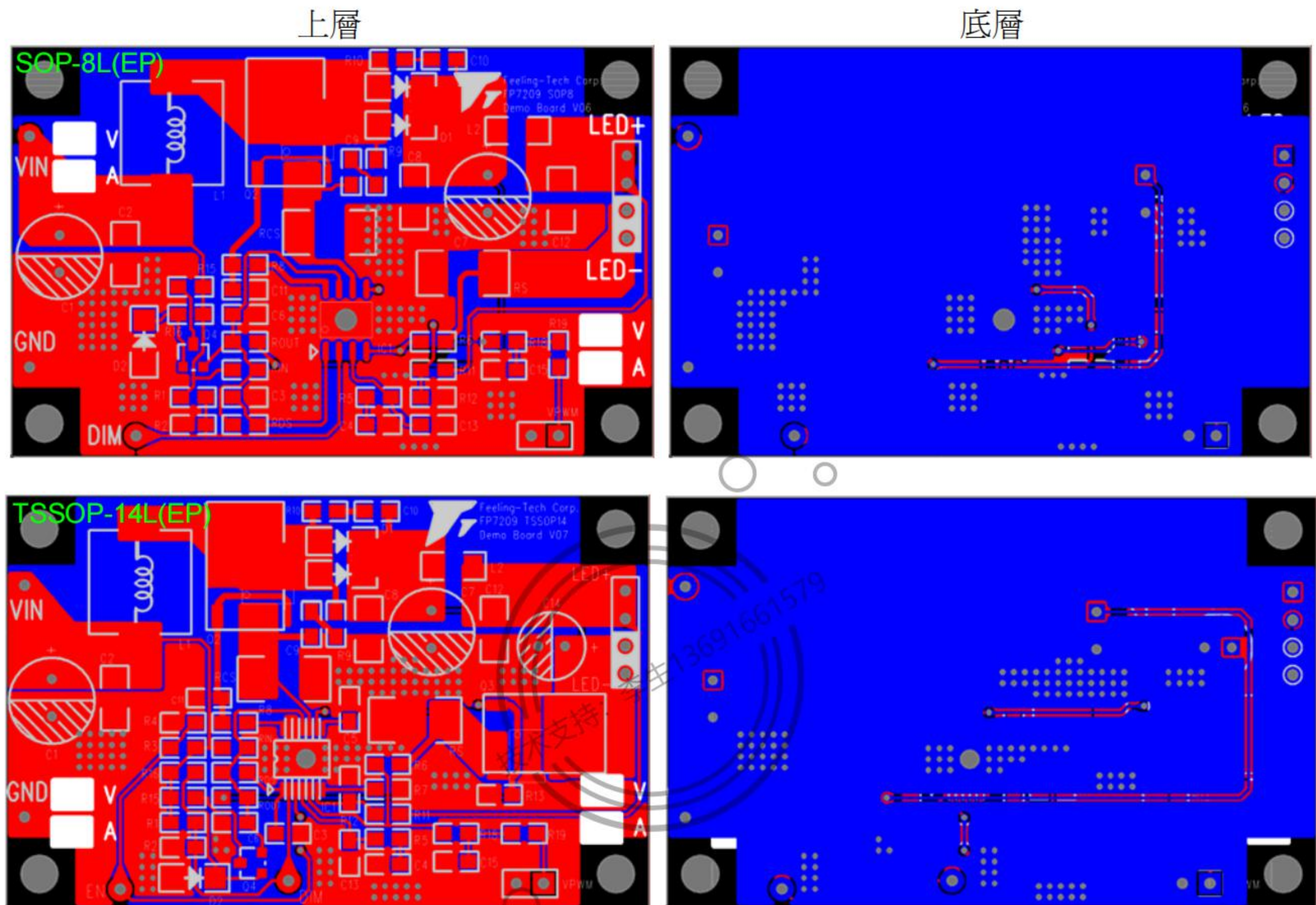
LED 短路  $V_s$  電壓衝高，若超過 FB Pin 耐壓會造成 IC 損壞，在 FB 與  $R_s$  之間加  $R_6$  限流，FP7209 內部 FB 與 GND 之間有穩壓管 ZD，防止 IC 損壞。





|   |             |          |     |
|---|-------------|----------|-----|
|  | 文件名稱        | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 | 20201210 |     |
|   |             | 版別       | V06 |

## f. 佈板說明

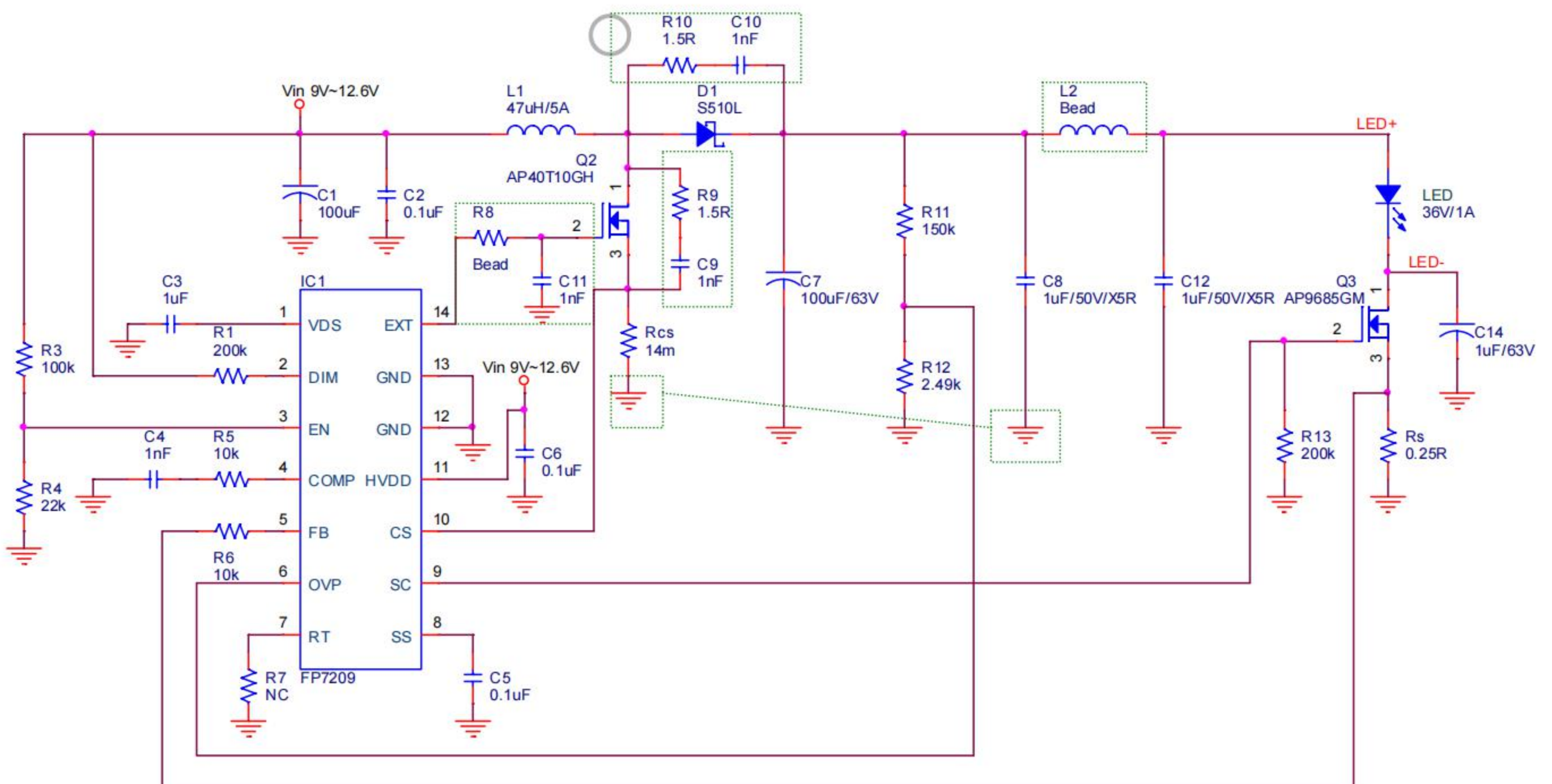
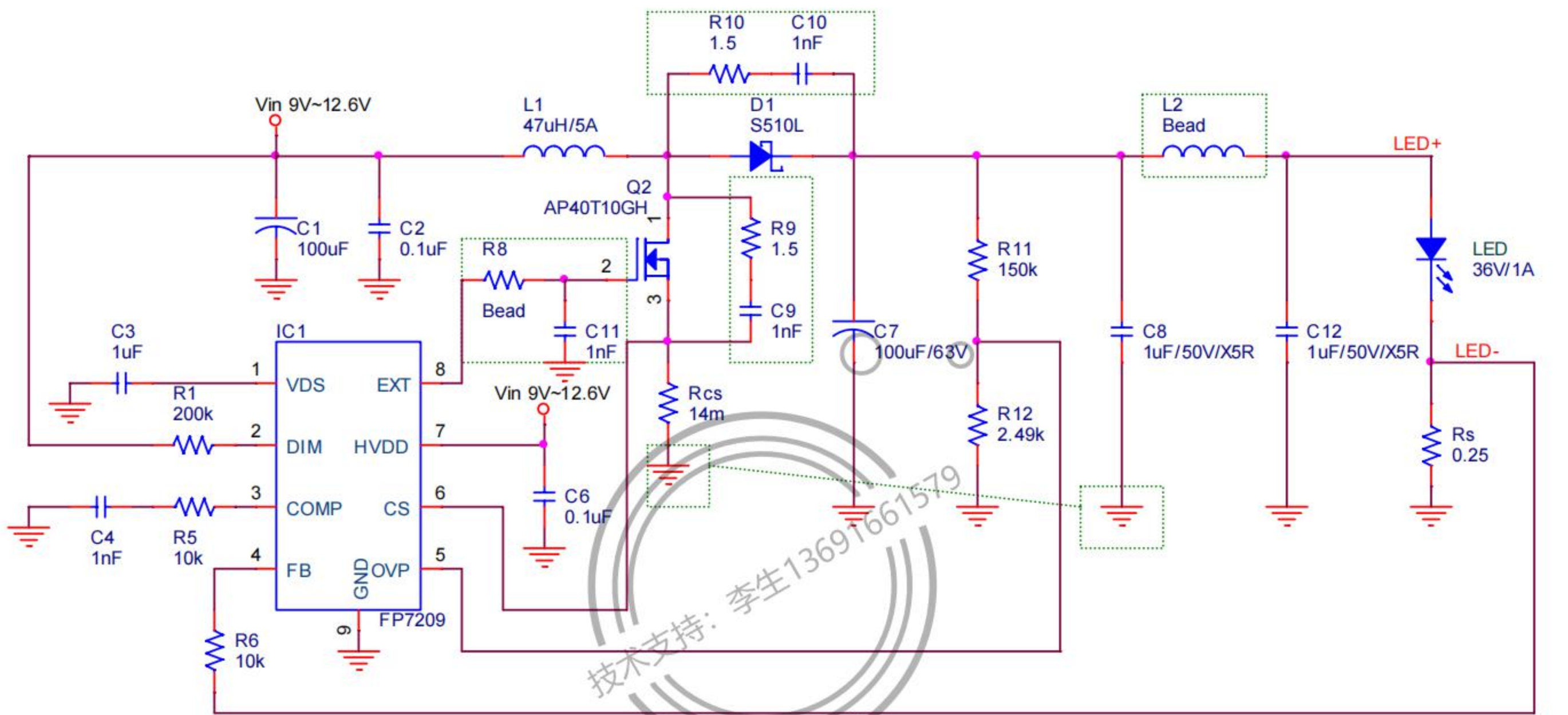


- 大電流路徑走線要粗，鋪銅走線最佳。
- 開關切換連接點 L1、Q2 的 Drain 與 D1，走線要短與粗，鋪銅走線最佳。
- 輸入電容 C6 靠近 HVDD 與 GND Pin，達到穩壓與濾波功效。
- 取樣電阻 Rs 靠近 FB 與 GND Pin。
- 電感電流檢測電阻 Rcs 靠近 CS 與 GND Pin。
- R11,R12 靠近 OVP 與 GND Pin。
- FB Pin 遠離開關切換點 L1、Q2 的 Drain 與 D1，避免受到干擾。
- 輸入電容 C1,C2 的地、輸出電容 C7,C8 與 Rcs 的地，鋪銅走線，上下層地多打洞連接。
- 輸出電容 C7,C8 的地一定要靠近 Rcs 的地，可以降低開關切換突波，降低輸出高頻雜訊。
- 板子多餘空間建議鋪地。



**g. EMI 對策**

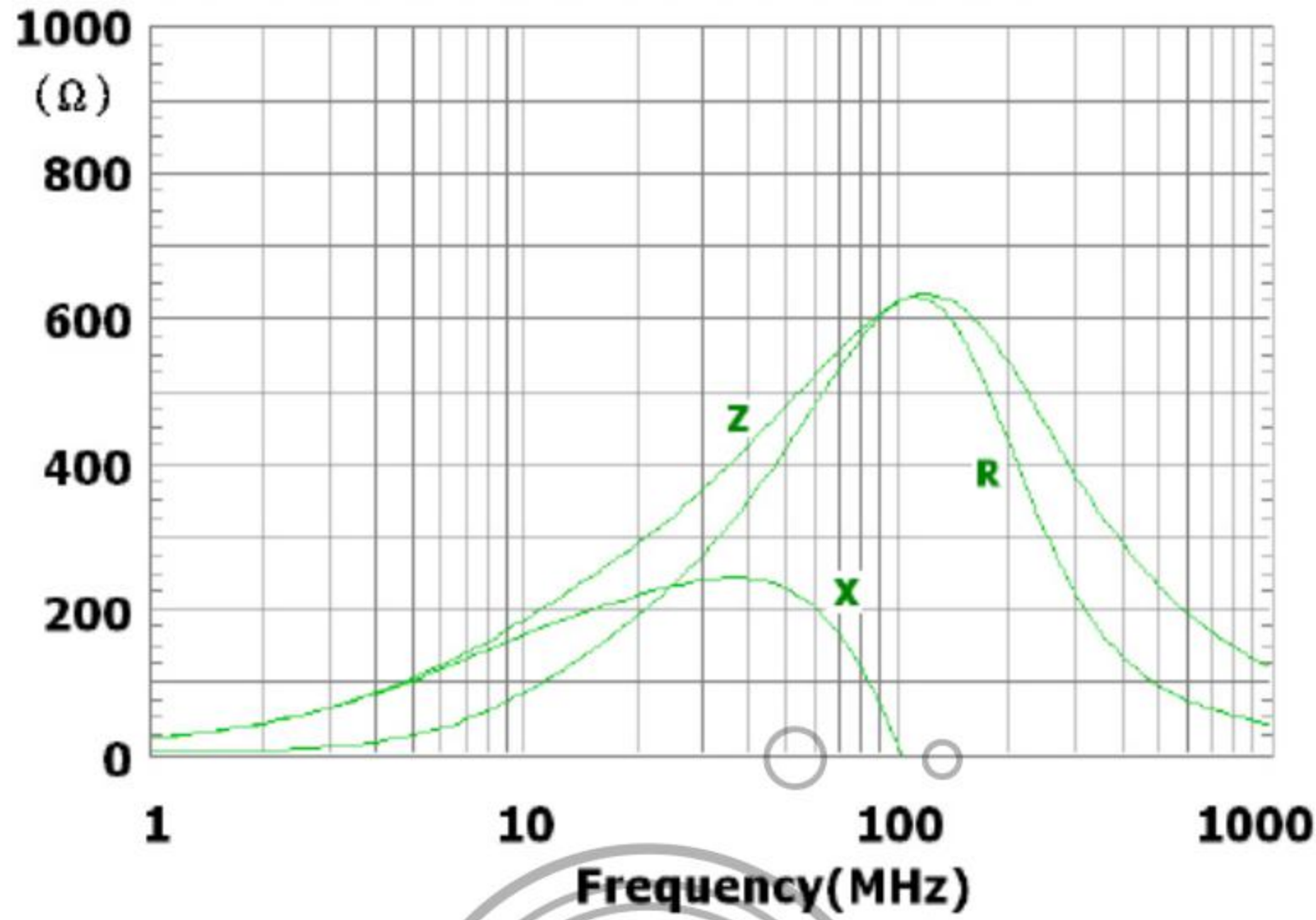
R8 使用磁珠規格如下，C11=1nF 靠近 Q2 Gate 端，R9 與 C9 兩者靠近，且要靠近 Q2 的 Drain 與 Source 端；R10 與 C10 兩者靠近，且要靠近 D1，輸出電容 C8 的地一定要靠近 Rcs 的地，L2 使用磁珠規格如下。測試  $V_{in}=12V$ 、 $V_{LED}=10$  串 2 並白光 LED、 $I_{LED}=1A$ ，如下測試結果垂直低標 4.69dB 與水平低標 10.64dB。





|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

磁珠 FI321611U601



垂直

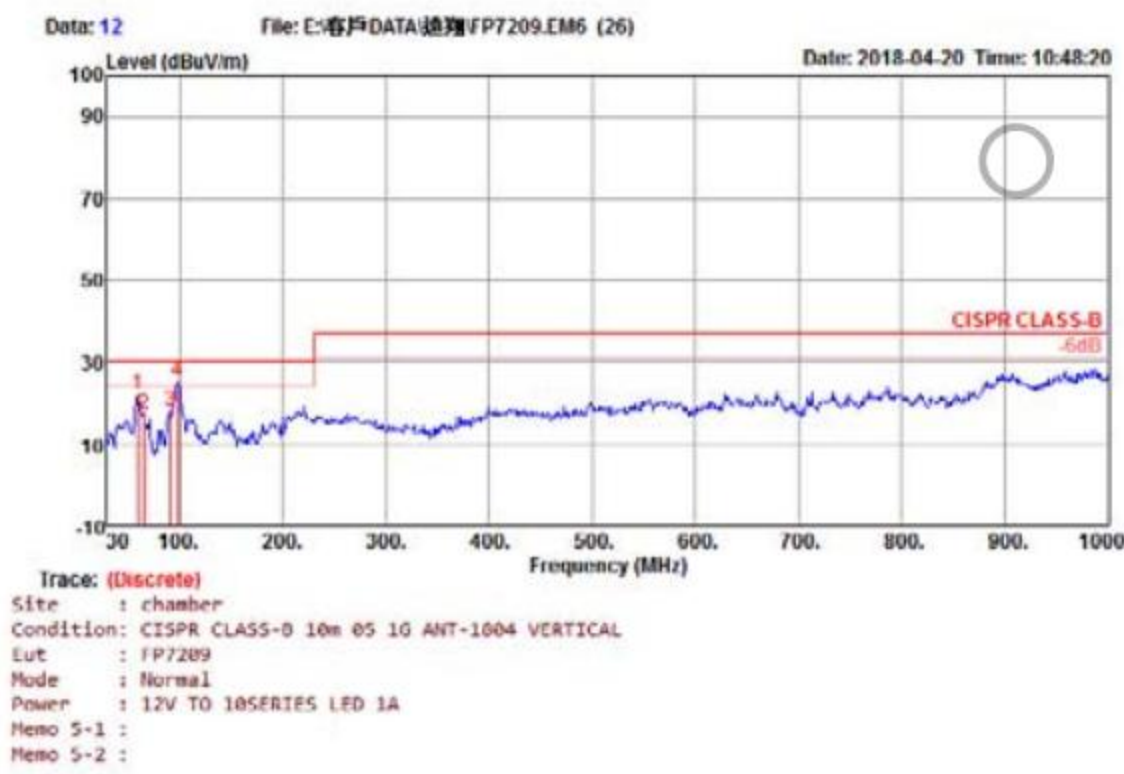
水平



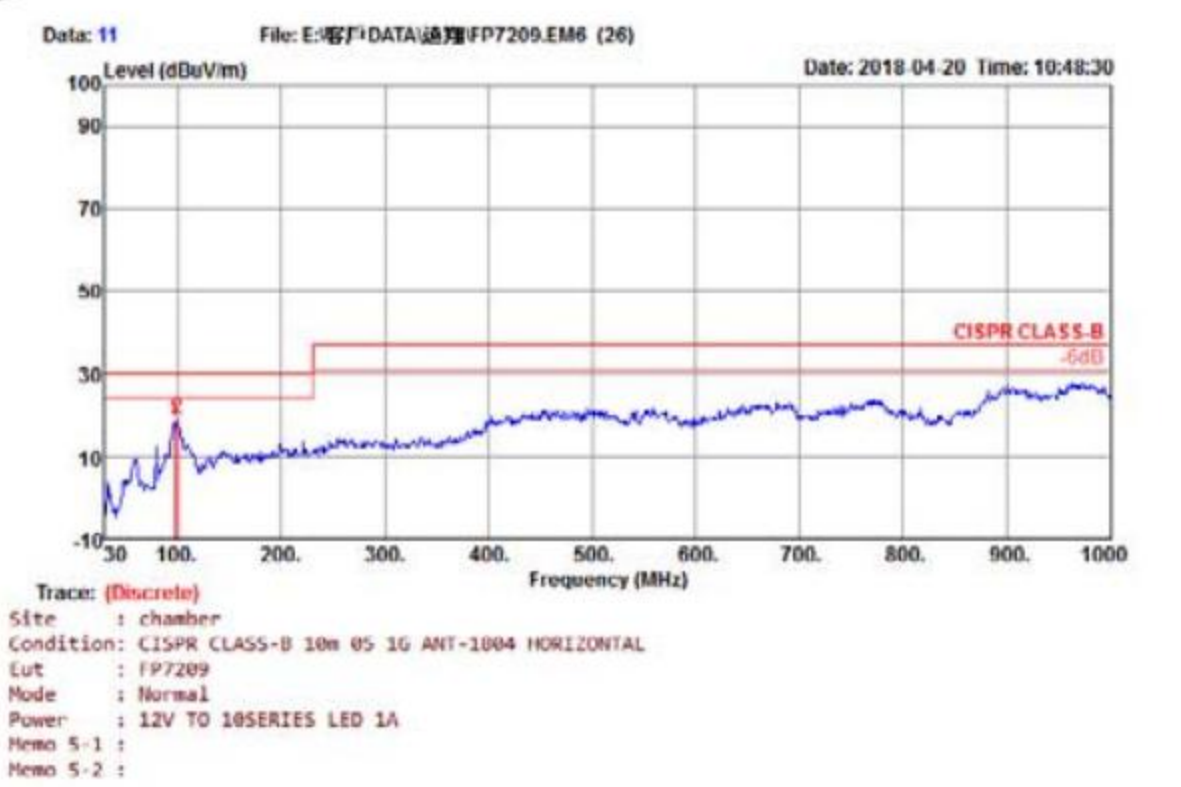
No. 8 Lane 724, Bo Ai Street, Zhubei City,  
Hsin Chu Hsien 302, Taiwan, R.O.C.  
TEL:03-656-9065  
FAX:03-656-9085



No. 8 Lane 724, Bo Ai Street, Zhubei City,  
Hsin Chu Hsien 302, Taiwan, R.O.C.  
TEL:03-656-9065  
FAX:03-656-9085



|   | Freq  | Level  | Limit  | Over   | Read  | CableAntenna | Preamp | A/Pos | T/Pos | Remark   | Pol/Phase |
|---|-------|--------|--------|--------|-------|--------------|--------|-------|-------|----------|-----------|
|   | MHz   | dBuV/m | dBuV/m | dB     | dBuV  | dB           | dB/m   | dB    | cm    | deg      |           |
| 1 | 59.10 | 21.99  | 30.00  | -8.01  | 41.42 | 1.27         | 12.81  | 32.41 | 100   | 99 Peak  | VERTICAL  |
| 2 | 65.89 | 17.18  | 30.00  | -12.82 | 37.49 | 1.10         | 12.60  | 32.40 | 100   | 322 Peak | VERTICAL  |
| 3 | 91.11 | 18.07  | 30.00  | -11.93 | 37.96 | 0.79         | 15.45  | 32.38 | 100   | 46 Peak  | VERTICAL  |
| 4 | 98.87 | 25.31  | 30.00  | -4.69  | 42.80 | 0.83         | 16.91  | 32.37 | 100   | 261 Peak | VERTICAL  |



|   | Freq  | Level  | Limit  | Over   | Read  | CableAntenna | Preamp | A/Pos | T/Pos | Remark   | Pol/Phase  |
|---|-------|--------|--------|--------|-------|--------------|--------|-------|-------|----------|------------|
|   | MHz   | dBuV/m | dBuV/m | dB     | dBuV  | dB           | dB/m   | dB    | cm    | deg      |            |
| 1 | 96.93 | 18.47  | 30.00  | -11.53 | 42.72 | 0.04         | 16.53  | 32.37 | 100   | 320 Peak | HORIZONTAL |
| 2 | 99.84 | 19.36  | 30.00  | -10.64 | 40.80 | 0.83         | 17.10  | 32.37 | 100   | 249 Peak | HORIZONTAL |

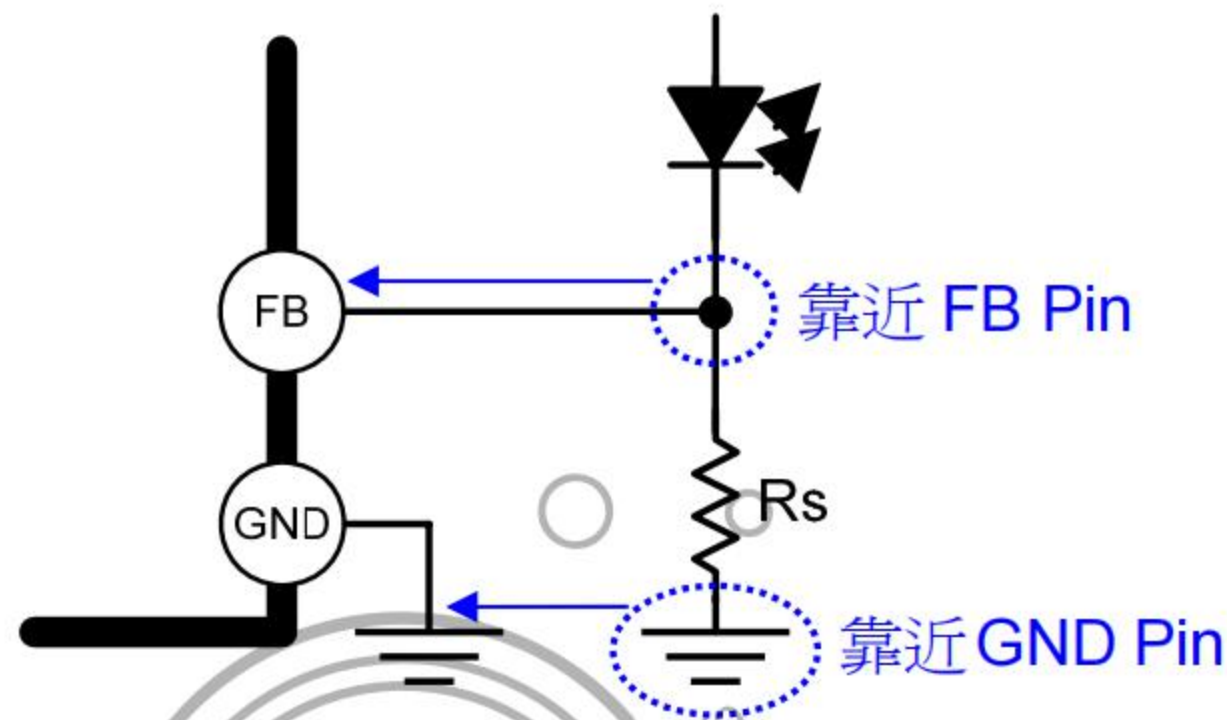


|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

## 常見問題

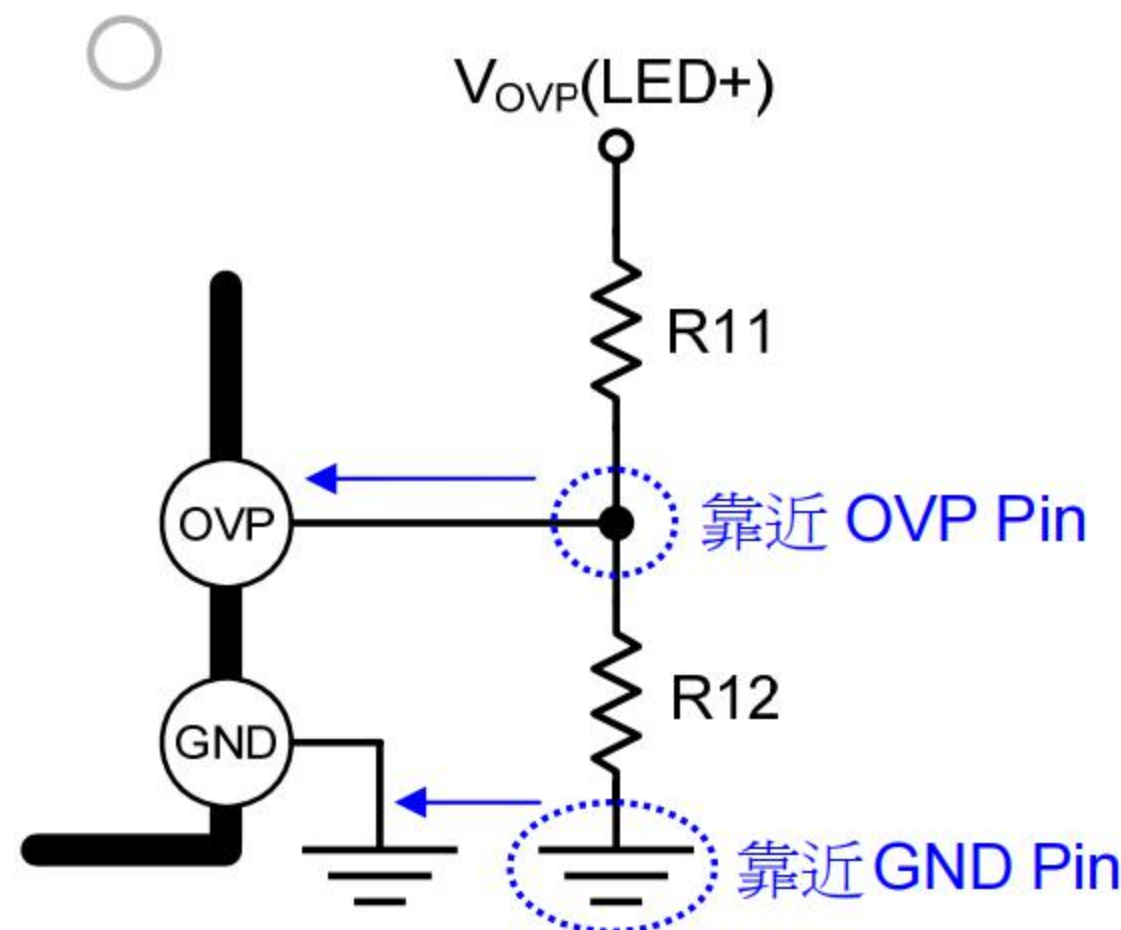
### a. LED 電流不準確

LED 電流設定值與應用板測試值差異大，取樣電阻  $R_s$  要靠近 FP7209 的 FB 與 GND Pin，封裝 SOP-8L(EP) 的 GND Pin 在底部散熱片，單層板走線需要特別注意，且要遠離 L1, Q2 的 Drain 與 D1 開關切換點。



### b. OVP 設定不準，會有跳動

OVP 電壓設定值與應用板測試值差異大， $R_{11}$  與  $R_{12}$  要靠近 FP7209 的 OVP 與 GND Pin，封裝 SOP-8L(EP) 的 GND Pin 在底部散熱片，單層板走線需要特別注意；且要遠離電感, Q2, L1 開關切換點。



### c. 電感與開關 NMOS Q2 發熱

電感峰值電流大會造成電感與開關 NMOS Q2 發熱，工作頻率高會造成 Q2 發熱，參考以上應用說明中 b. 電感計算， $r$  設定在 0.3 代入公式求得電感值，若計算為  $40\mu\text{H}$ ，選用  $47\mu\text{H}$ 。



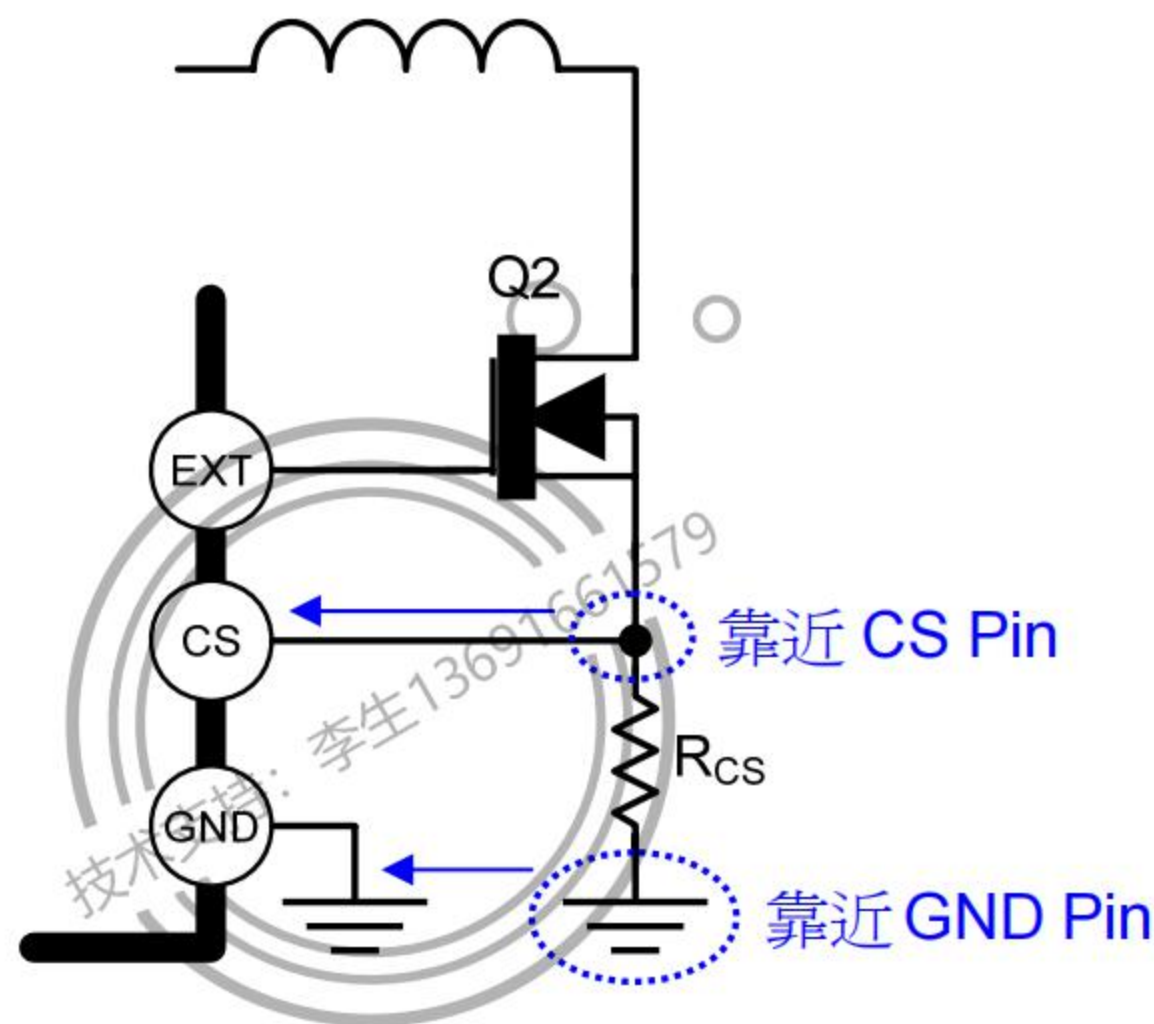
|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

**d. 無法升壓**

FP7209 封裝 SOP-8L(EP)的地是底部散熱片，散熱片一定要接到板子的地；另外  $R_{CS}$  電阻值是否正確；OVP 電阻 R11 與 R12 是否正確。

**e. 過電流保護誤動作**

設定過電流保護值與應用板測試值差異大，偵測電阻  $R_{CS}$  要靠近 FP7209 的 CS 與 GND Pin，封裝 SOP-8L(EP)的 GND Pin 在底部散熱片，單層板走線需要特別注意。

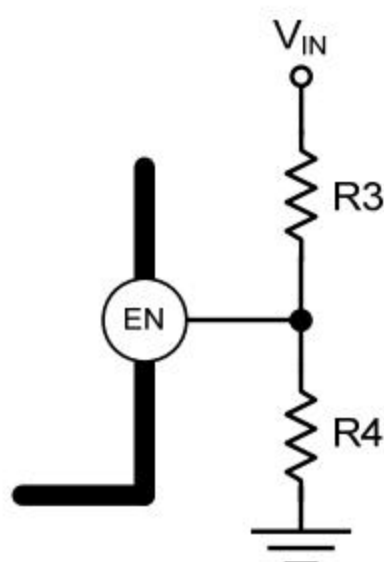


**f. 加入 EMI 對策元件，NMOS Q2 溫度升高**

EMI 對策元件 R8(磁珠)、C11=1nF、R9=1.5Ω、C9=1nF、R10=1.5Ω、C10=1nF 會讓 Q2 開關切換損耗增加，造成溫度升高，Q2 加散熱片、增加銅箔面積、增加銅箔厚度，可以幫助散熱，降低工作頻率會減少 Q2 開關切換損耗，也會降低 Q2 溫度，例如 200kHz 降到 150kHz。

**g. HVDD 電壓低於 5V，不能使用 R3、R4 分壓電阻控制 EN 開關**

HVDD 電壓低於 5V，不能使用 R3、R4 分壓電阻連接  $V_{in}$  與 EN，設定 EN 開啓與關閉電壓，例如單節鋰電池輸入 3V~4.2V，HVDD 是接輸出電壓，當  $V_{in}$  降低 EN 關閉，輸出不升壓，HVDD 趨近  $V_{in}$ ，就會低於 5V。





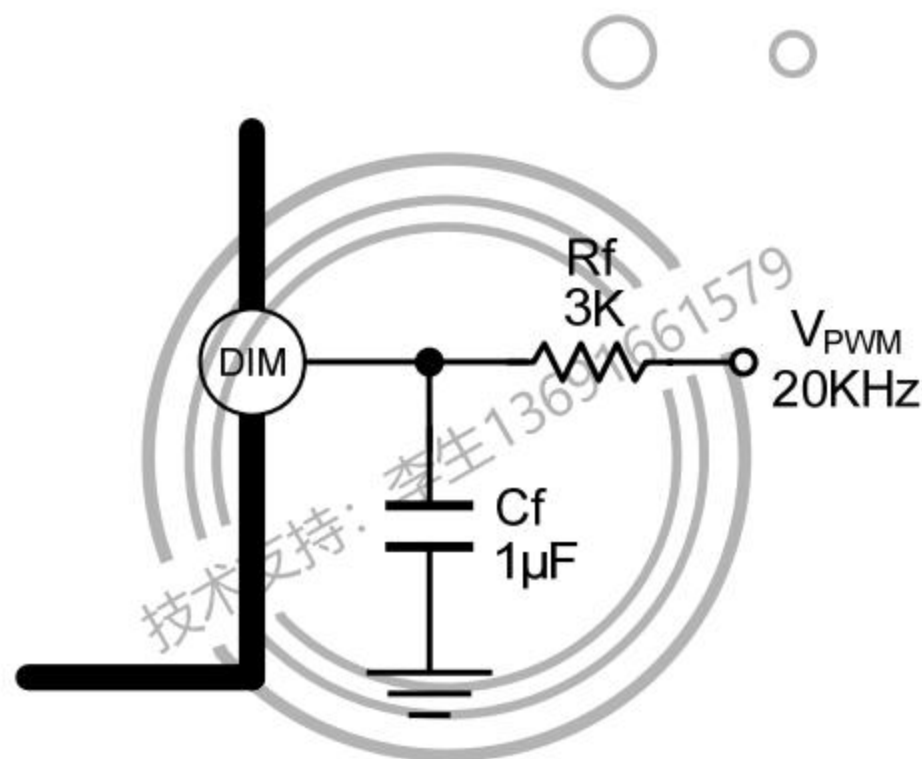
|   |             |  |          |     |
|---|-------------|--|----------|-----|
|  | 文件名稱        |  | 文件日期     |     |
|   | FP7209 應用說明 |  | 20201210 |     |
|   |             |  | 版別       | V06 |

**h. 輸出使用電子負載 CV 模式測試不穩定**

輸出使用電子負載 CV 模式測試，EXT Pin 開關方波不穩，導致噪音問題，在電子負載正負兩端加電解電容 100 $\mu$ F~220 $\mu$ F，就能讓方波穩定，解決噪音問題，接 LED 不會有這種問題。

**i. HVDD 電壓低於 5V，DIM 與 FB Pin 調光問題**

當輸入電壓低於 5V，例如單節鋰電池應用 3V~4.2V，HVDD Pin 是從 LED+ 供電，一般白光 LED 至少兩顆串聯，正常工作 VLED 約 6.6V 供電給 HVDD，控制將 FP7209 關閉不升壓，HVDD 只剩下 VBAT 減掉蕭特基管的電壓，已經低於 5V，不能控制 FB Pin 調光；若 PWM 直接控制 DIM Pin 調光，PWM 起始值會從 10.2% 變成約 13%，LED 電流 3% 變 6%；輸入電壓低於 5V，對調光低電流要求高的應用，如下電路先將 PWM 經過 Rf、Cf 濾波成直流，讓 DIM 變成直流調光，LED 電流起始值維持 3%。



**j. 開關機短路保護 NMOS(Q3)誤動作**

在短路保護 NMOS(Q3)的 Gate 對地加 R13=200k $\Omega$ ，在 SC Pin 未輸出訊號時，確保 NMOS 關閉狀態。

