

# 通嘉 LD5537B1 之 Flyback 副邊回授控制器應用於 TV 及 Monitor 電源供應器

作者:FAE 鍾昌德(Kobe)

## 1. 顯示器電源背景應用

### 1.1 三合一模組趨勢整合電源/背光驅動/訊號介面電路

隨者顯示器產品效能提升及成本要求,背光顯示器架構由原本電源及驅動模組與訊號介面電模組分開藉由線材連接如圖 1,現今整合成同一模組,目的可降低設計及組裝成本的,提升產品有優勢如圖 2

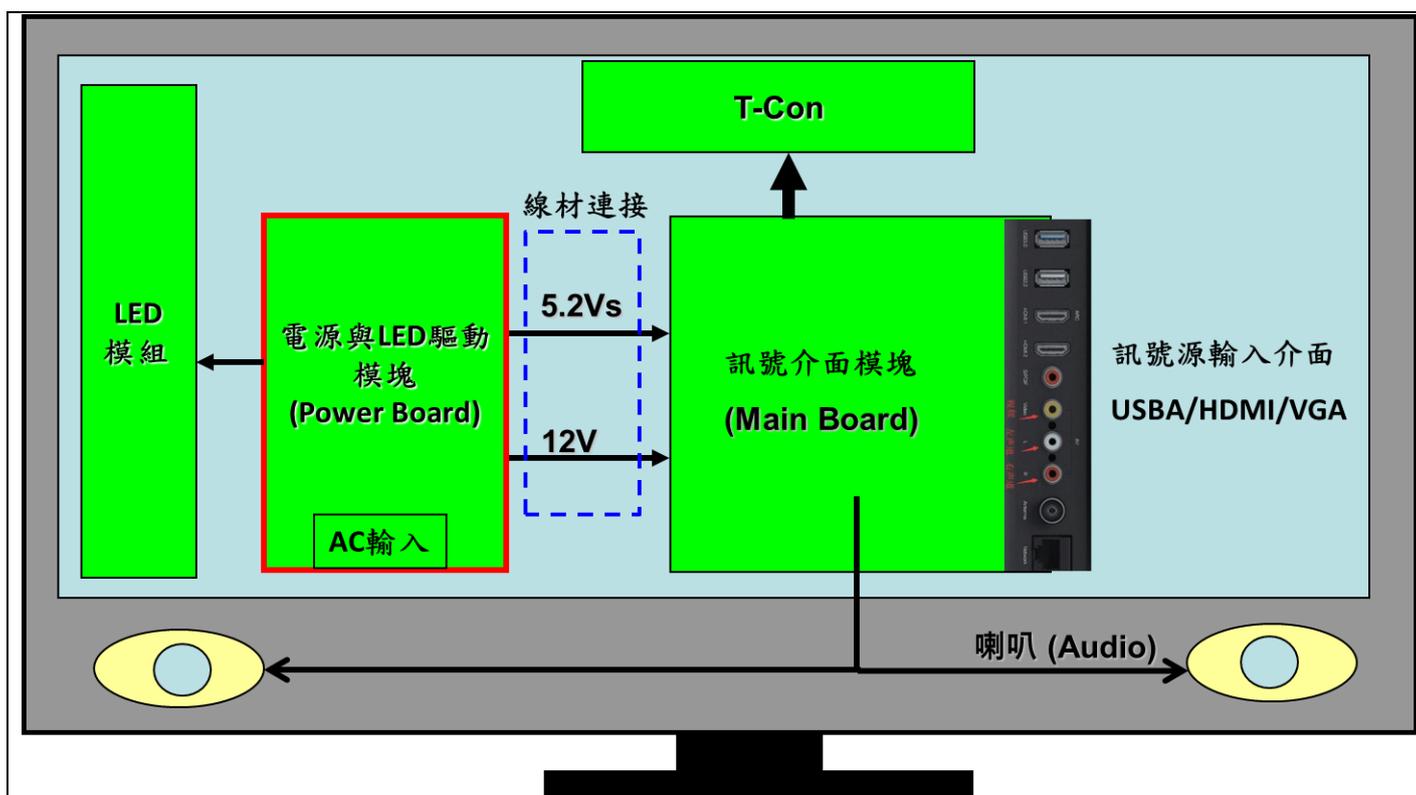
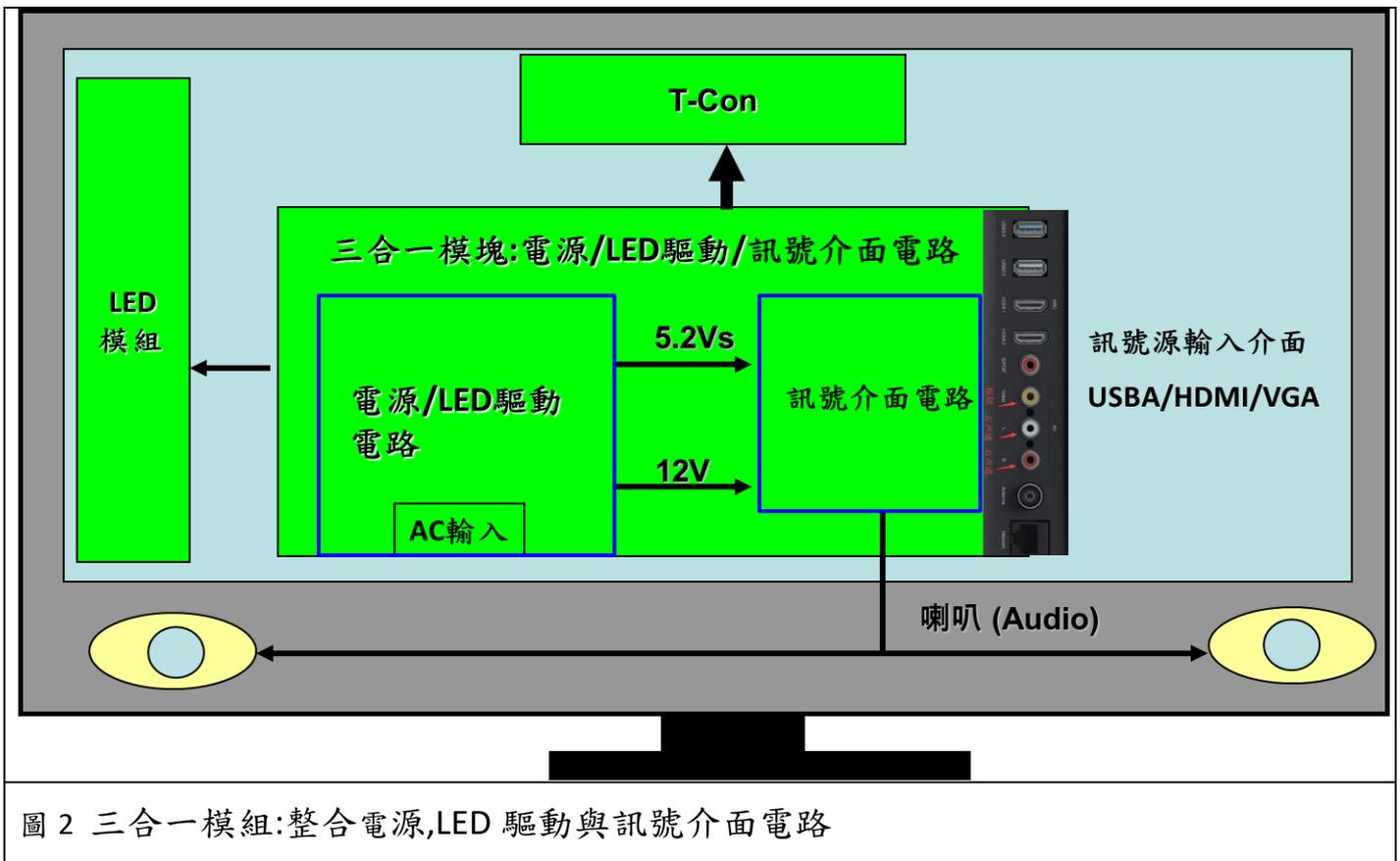


圖 1 電源及驅動模組與訊號介面電模組分開設計



## 1.2 電源 IC 優化趨勢

Flyback 電路控制器由高壓啟動 LD5760X 如圖 2 轉變為 LD5537B1 如圖 3 設計,控制模式由 PWM 轉變為 QR+CCM 混模提升輕重載的能效, 於輕載條件應用 QR 切換達到零電壓切換(ZVS)功能相對於 PWM 為硬切(hard switching)在能效有優勢, 于重載條件應用 CCM 對比 QR 的方案頻率不會隨負載增加而降低故變壓器的利用率可提升, 在 AC Brown in 及 AC Brown out 功能也由 8in 的 HV pin 轉變 LD5537B1 中 BNI pin 實現。

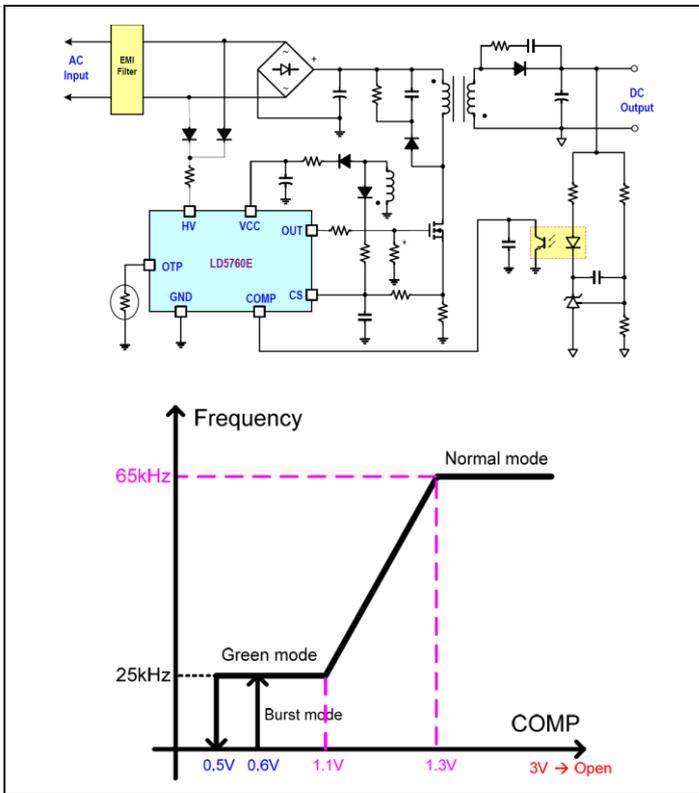


圖 3 LD5760X PWM 模式

HV pin BIN pin: AC Brown in/out

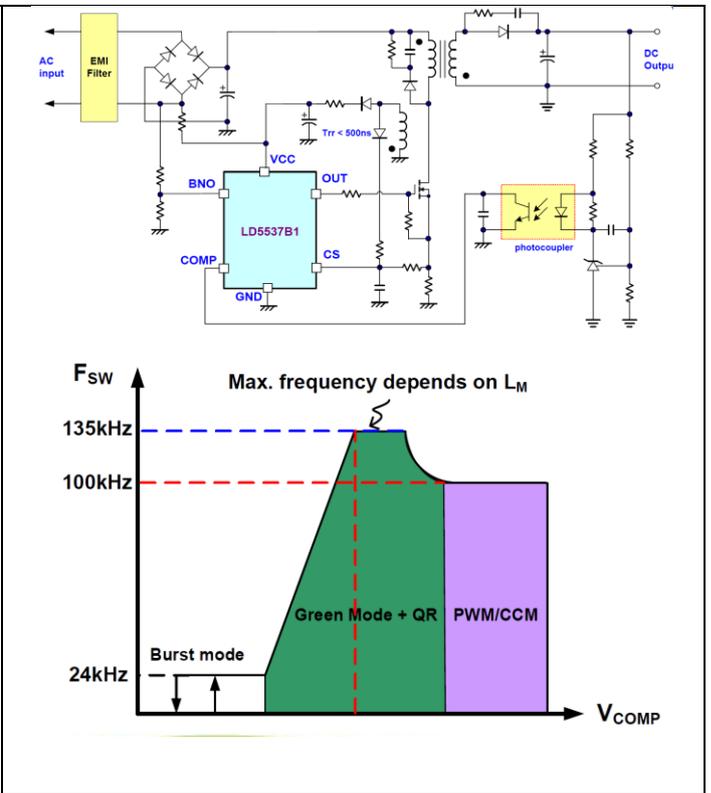


圖 4 LD5537B1 QR+CCM 模式

BIN pin: AC Brown in/out

## 2. 通嘉 LD5537B1 特點

### 2.1 QR+CCM 混模控制搭配高頻 100KHZ 應用

➤ 輸入低壓時系統操作頻率 100KHZ 及 CCM 可以減小變壓器尺寸,

舉例: 75W 電源供應器變壓器由 EQ34(切換頻率 65KHZ)優化為 EQ26(切換頻率 100KHZ), 高頻設計優化變壓器尺寸減小且 PCB 尺寸及輸出電解電容縮小,對比 CCM 65KHZ 應用在紋波電壓及電流相對於來的低,可達到元器件降本目的。

➤ 輸入高壓系統操作在 QR 條件,

QR 操作使一次側 MOS 零電壓切換(ZVS)除了可減少切換損(Switching losses)之外同時降低次級二極體的應力如圖 4。特別是二極體是快管情況下,QR 對應力幫助越大,耐壓低可降一個檔次,其次二極體電壓額定低對應較低順嚮導通電壓(VF)和較短的反向恢復時間(Trr)且優化組件溫升及散熱面積。

- 一次側搭配 Cool MOS 應用並貼片於 PCB 上藉由雙面銅箔來散熱,對比採用傳統 MOS 加散熱片應用, 優化組裝及散熱片的成本

## 2.2 LD5537B1 功能應用說明

保護功能除常規的 輸出過壓保護(OVP),輸出超載保護(OLP),輸出短路保護(OSCP)且增加副邊二極體短路保護(SDCP),輸入啟動/欠壓保護(AC Brown in/Brown out), CSpin 輸出過壓保護(CS OVP), 波谷(QR)偵測最後 VCC holding Mode 等功能。圖 4 為各 Pin 腳功能應用,以下功能為此 IC 的特點說明

Vcc Pin	此額定耐壓為 30V,其中包含 Vcc UVLO on 及 UVLO off 分別為 16V 及 7.5V, Vcc OVP 為 28V。
OUT pin	驅動電流分別驅動導通 Source current 210mA 及驅動關閉 Sink current -350mA
Comp pin	接受副邊回授訊號並依據電壓來改變控制模式
BNI pin	AC Brown in /Brown out 功能,若關閉功能時懸空即可,不需增加任何元件
CS pin	具有波谷偵測(QR detect),輸出過壓保護(CS-OVP),副邊二極體短路保護(SDSP) 此功能於 Abnormal Testing 短路副邊二極體時,因變壓器能量無法釋放,故造成源邊的 MOS Vds 上的突波電壓增加會導致元件受損,此功能能避免 MOS 損壞現象。

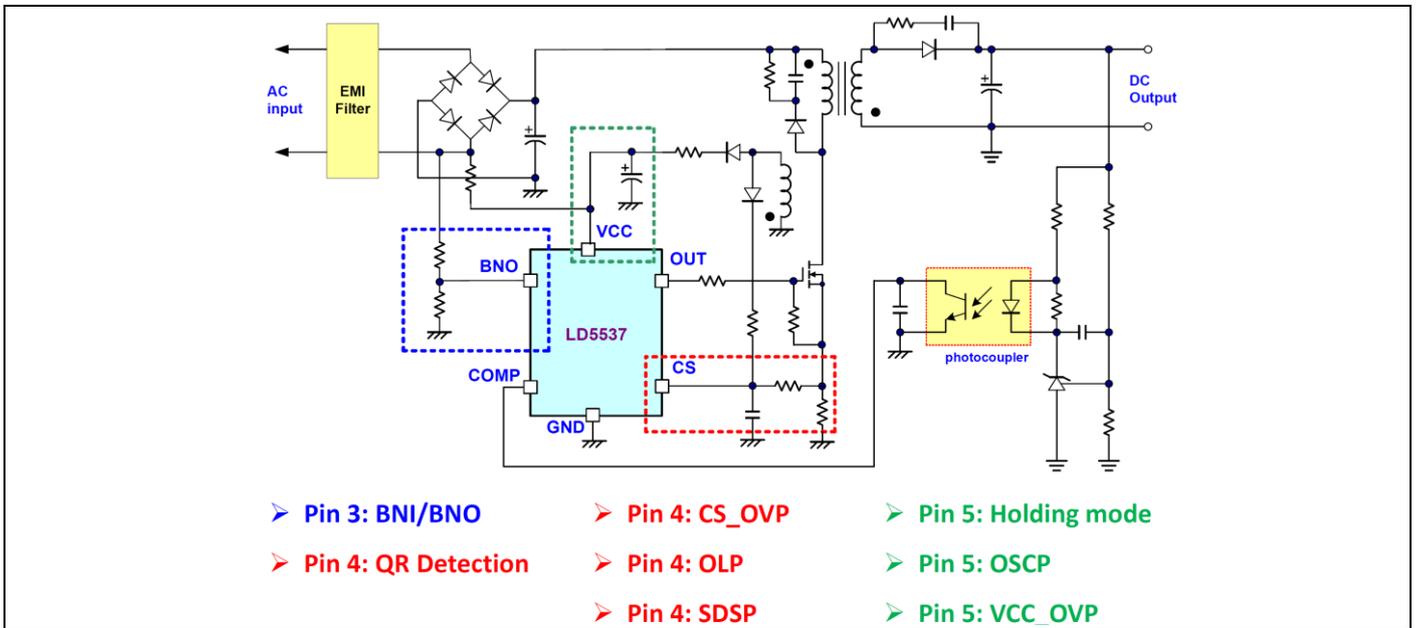


圖 4 IC Pin 腳功能應用

## 2.3 BNI Pin AC Brown in/out 應用說明

### 2.3.1 訊號檢測的方式有兩個方式說明如下及圖 5 說明

#### ➤ 檢測高壓 400V 電容的直流電壓

由於高壓電容電壓會隨輸出負載輕與重影響電容上電壓的紋波,並影響輸入欠壓保護。

#### ➤ LD5537B1

#### ➤ 採用檢測 AC Line/Natural 的交流電壓

此方式相較于檢測高壓電容電壓的方式,負載變動不影響輸入欠壓保護

檢測高壓 400V 電容的直流電壓

檢測 AC Line/Natural 的交流電壓

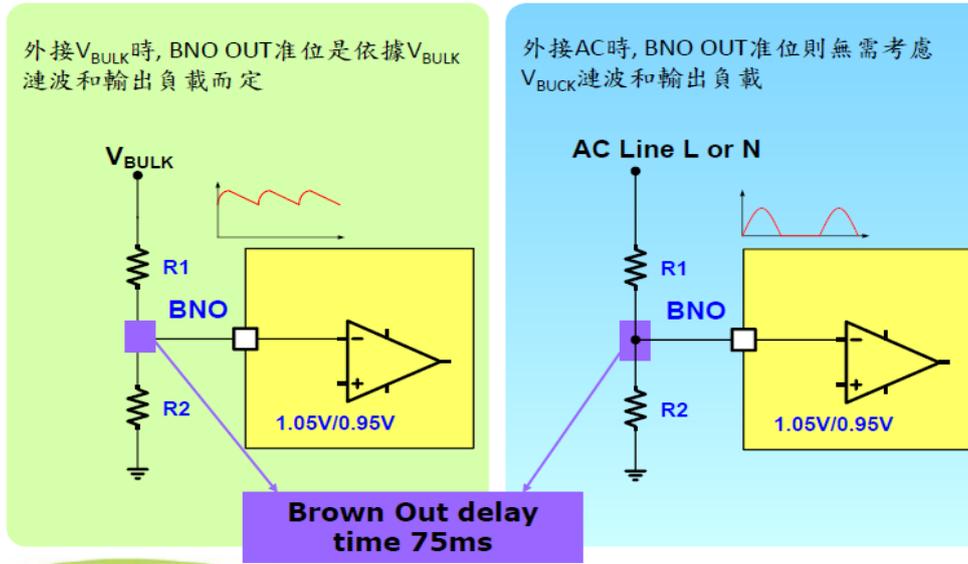


圖 5 兩種 AC Brown in/out 檢測方式

2.3.2 關閉功能 AC Brown in/out 時懸空即可,不需增加任何組件

傳統帶 BNI/BNO PWM IC 若 BNO 不用時,須從 VCC 串接 7.5Mohm 電阻進行分壓且大於 1.05v 電壓才能工作,而 LD5537B1 BNO 不用時懸空即可不需要接任何元件整體元件數少如圖 6 所示

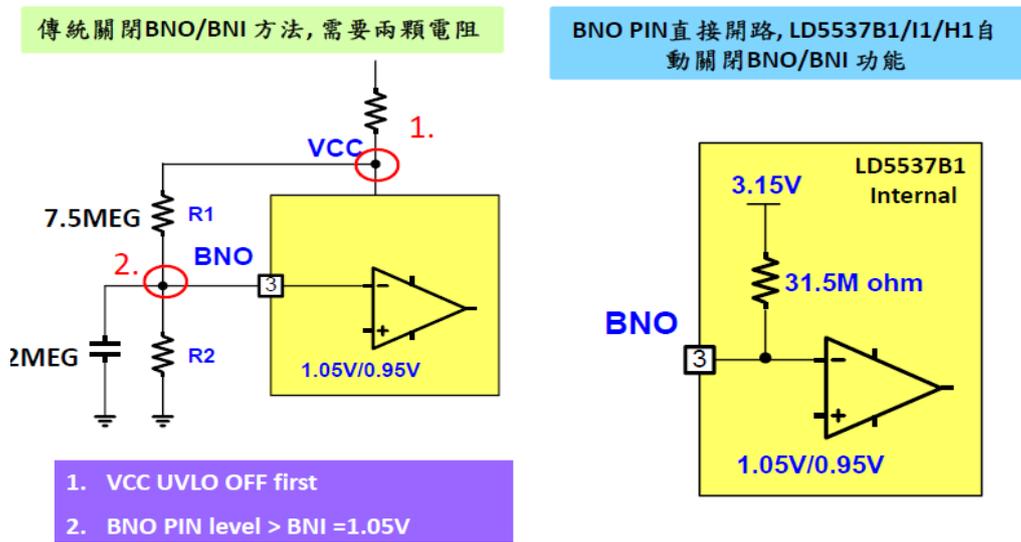


圖 6 關閉功能 AC Brown in/out 時懸空即可

LD5537B1 AC Brown in/out 計算方式：

BNI Pin 設計參數 VBNI: 1V-1.05V-1.1V 及 VBNO:0.9V-0.95V-1V

$$AC\ Brown\ in(Vac)=(R1+R2)/R2*VBNI*1.414$$

$$AC\ Brown\ out(Vac)=(R1+R2)/R2*VBNO*1.414$$

舉例 R1=4Mohm, R2=38kohm

AC Brown in	Vac(VBNI=1V)	Vac(VBNI=1.05V)	Vac(VBNI=1.1V)
	73.6Vac	78.8Vac	84.3Vac
AC Brown out	Vac(VBNO=0.9V)	Vac(VBNO=0.95V)	Vac(VBNO=1V)
	66.2Vac	71.38Vac	76.6Vac

### 設計注意事項

1. PCB layout : BNO pin 分壓路徑短無靠近高電位的切換源
2. BNO 波形的判斷標準是類似半波交流，且需波形上的雜訊越低越好,如圖 7 及 8  
圖 8 說明 BNIpin 波形有雜訊在固會造成計算與實際測試有差異  
圖 9 說明此為穩定波型計算與實際測試結果完全符合
3. 確認 AC BNI 及 AC BNO 設計與測試結果是否有一致性
4. BNO pin 並聯電容減少半波整流訊號上的雜訊及將 AC BNO 測試電壓與計算接近，  
但電容太大會造成 AC BNI 及 AC BNO 延遲甚至無法開機

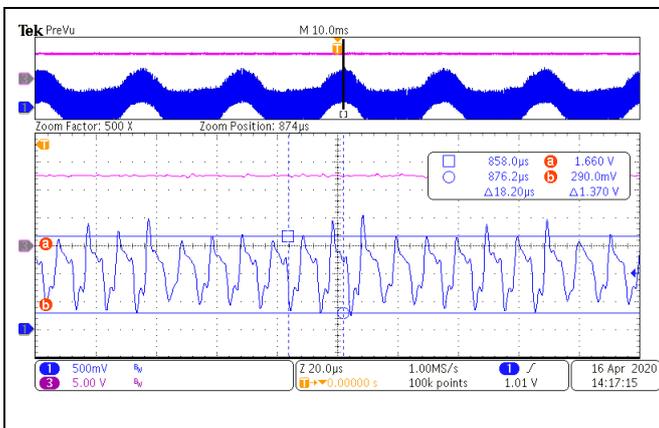


圖 7 BIN Pin 計算與實際測試差異大

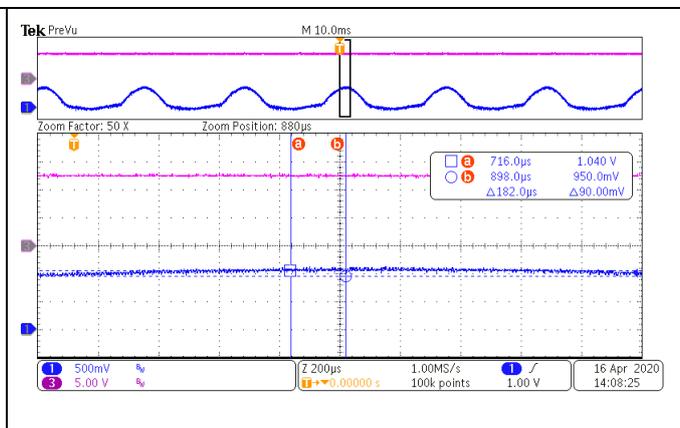


圖 8 BIN Pin 計算與實際測試一致

## 2.4 CS Pin 應用說明：

### 2.4.1 輸出過壓保護(CS-OVP):

輸出過壓規格電壓規格要求較低的系統,舉例輸出電壓 12V 過壓保護 18V,利用 Vcc pin OVP(28V)較難符合此規格,設計都採用副邊增加光耦和穩壓管來實現,此方式占 Layout 空間之外也增加成本。LD5537B1 採用 CS-OVP 電路增加快恢復式二極體及電阻可符合過壓要求高的系統,同時優化 layout 及成本。

此方式利用初級 MOS 關閉後,CS pin 處於休息狀態,而此時輸出和 VCC 在整流釋放能量,做的一個保護機制,為防止採樣誤觸 Vcs 下降沿,做了 2.5US 延時後在採樣,充分保證採樣的準確率如圖所示 9

設計和 layout 需要注意的地方：

1. CS-OVP 電路中二極體建議採用反向恢復快及結電容比較小如:BAV21w,為何要這種要求呢?主要是擔心在採樣時間到來時,CS-OVP 平臺 sample 還在振盪,造成 OVP 不准或誤觸。
2. R1 要放在 CS pin 附近,且要離初級 MOS VDS 切換干擾源遠些較好。
3. 為更好的實現 QR 建議 CS-OVP 採樣平臺設計在 0.2v 以上,R1的阻值儘量放小點。

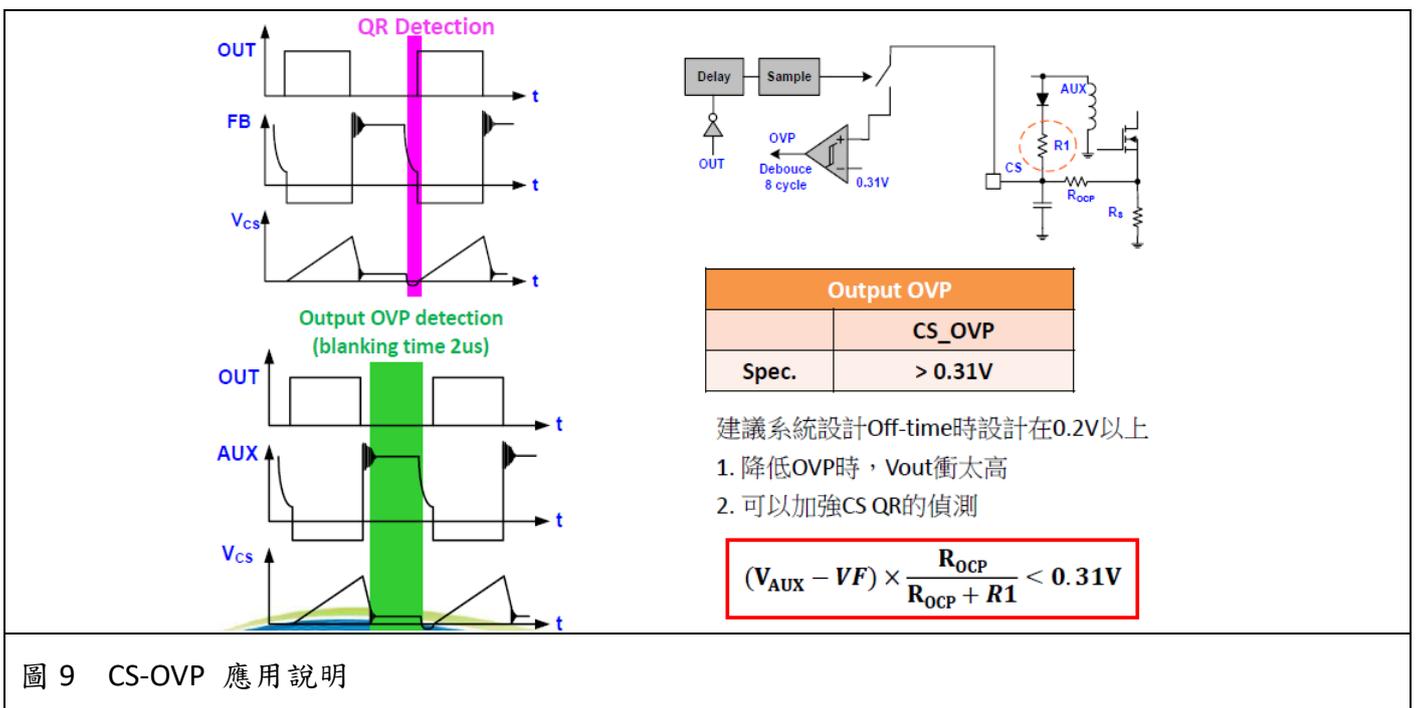


圖 9 CS-OVP 應用說明

## 2.4.2 OCP 高低壓補償方式 及諧波補償：

LD5537B1 依據占寬比限制  $V_{cs\_off}$  電壓達到輸入高低壓時 OCP 一致性如圖 10。

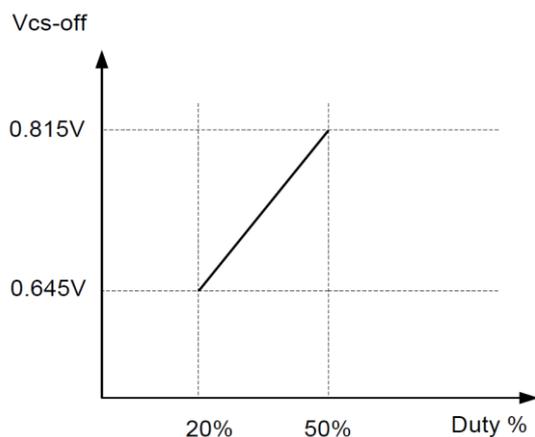


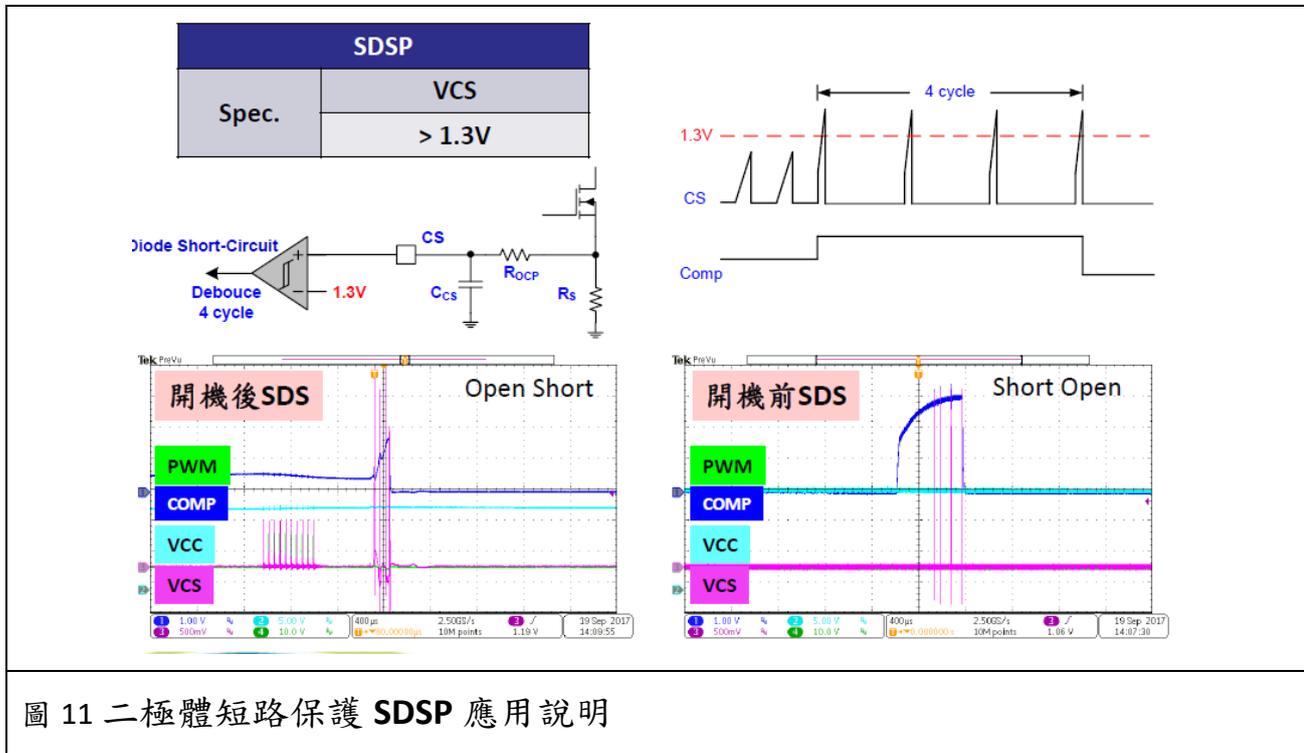
圖 10 占寬比對(%)對應 VCS-OFF(V)

舉例 12V/6A 高低壓 OCP 測試, OCP 高壓低補償的方式可使 OCP 相差比較小

實測 OCP			
90V	115V	230V	264V
12v ocp	12v ocp	12v ocp	12v ocp
7.53A	7.76A	7.7A	7.94A

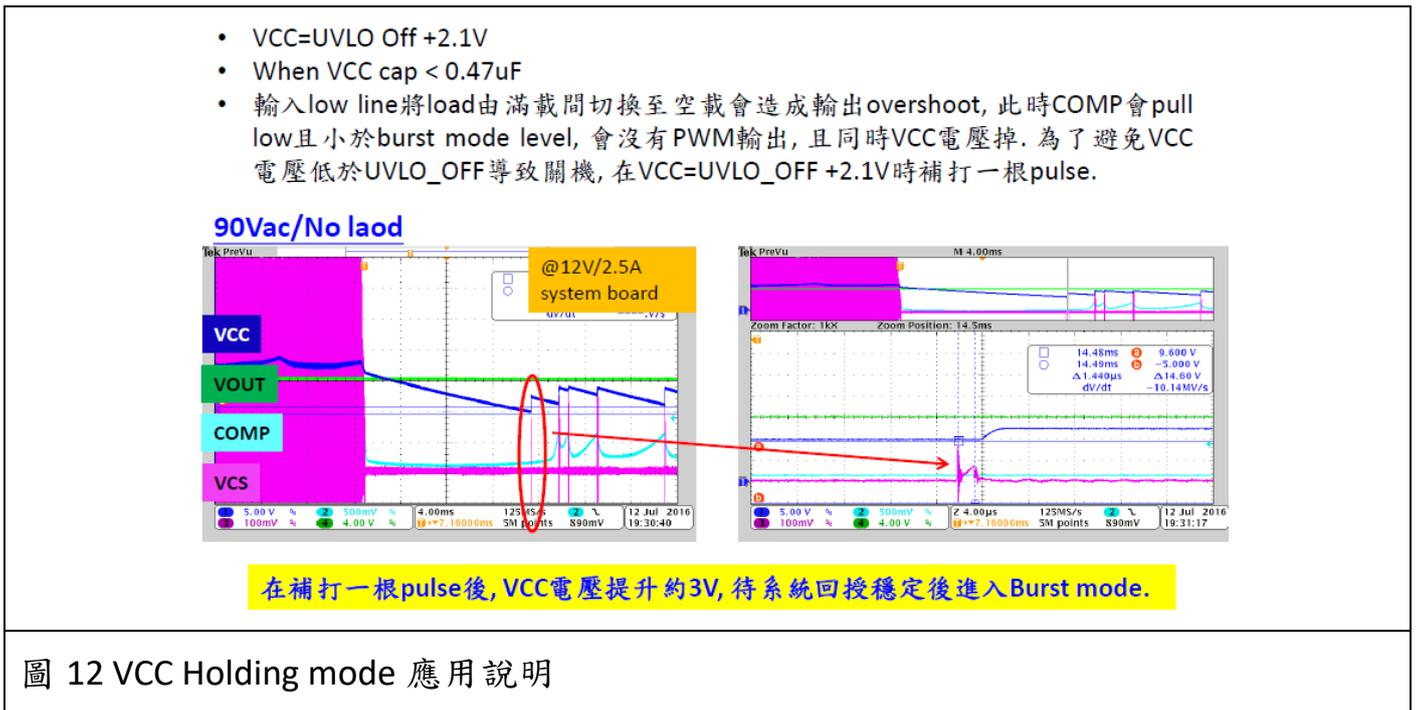
## 2.4.3 副邊二極體短路保護 SDSP

進行元件短路及開路實驗下，安規判定標準已電源板不行冒煙冒火的現象即可，對於元件損壞無要求，為了符合客戶故障實驗時不能有元件損壞包含初級 MOS，為此我們 CS pin 增加 SDSP 保護機制，當次級二極體短路時初級的電流會瞬間沖高，當 CS pin 電壓超過 1.3V 且維持 4 Cycle 時驅動會關閉 IC 進入保護模式並限制能量，避免初級 MOS 損壞如圖 11 優勢在於生產上能避免因操作不當如，次級短路也不會炸機另外可保護變壓器飽和造成電流斜率陡增且避免 MOS 損壞。



#### 2.4.4 VCC holding mode 的功能:

當系統 Vcc 電容較小或變壓器漏感大及回授回應較慢時,輸出重載及無載切換下 VCC 電壓下降觸發 VCC UVLO off 使 IC 進入保護模式使輸出進入打嗝現象。LD5537B1 VCC holding mode 功能可以改善此問題點,當 VCC 電壓低於 UVLOoff +2.1V 時驅動會強制啟動避免進入保護模式如下圖 12



### 3. Layout 注意事項

- Power GND: 5 IC GND→SMD Vcc cap (C1)→VCC Cap(C2)→Bulk Cap 控制訊號的地應先彙集到 IC 的地，從 IC 的地連至 VCC Cap 的地再到 Bulk Cap 的地。
- 如圖中 2 所示,輔助繞組的地應接到 Bulk Cap 的地。
- 如圖中 3 所示,電流感測側電阻  $R_{CS}$  的地應接到 Bulk Cap 的地。
- 如圖中 4 所示,Y-Cap 一次側端應接到 Bulk Cap 的地，二次側端的應接到 Vout Cap 的地。
- 如圖中 6 所示,BNO pin 分壓路徑短無靠近高電位的切換源

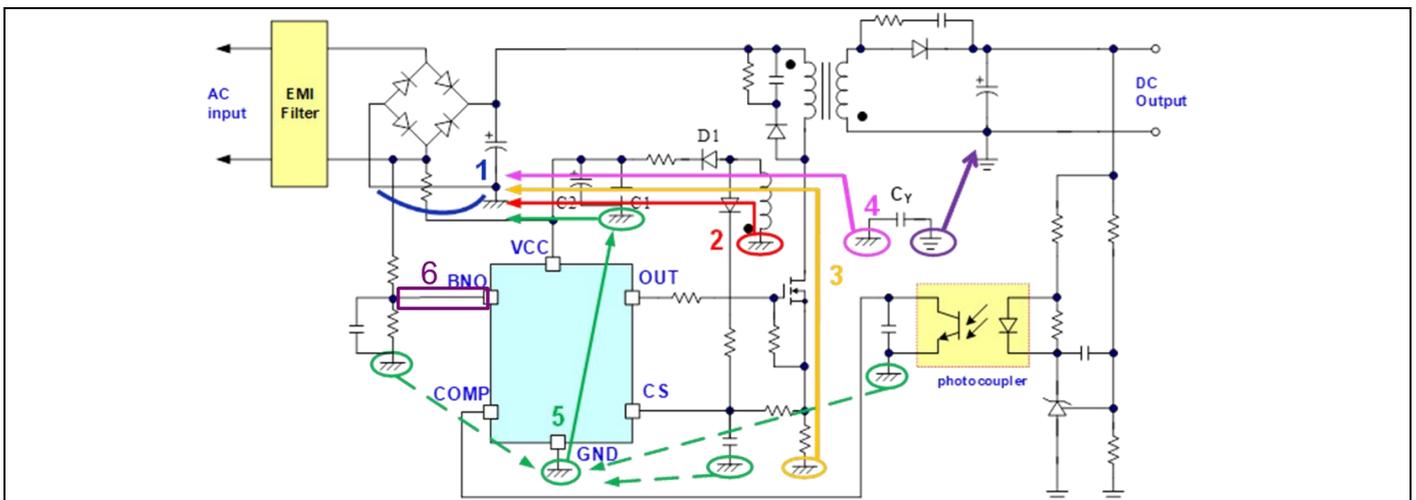


圖 13 Layout 注意事項

LD5537B1 已導入國內著名的 TV 廠及 Monitor 廠,最後請趕緊拿起手機與我聯繫吧,我將提供最詳細的資訊及應用說明給您,同時請支援老牌 AC-DC 通嘉產品聯繫方式如下

通嘉 FAE 鍾昌德(Kobe)

聯繫方式：Mobile: +86-13826517276

E-mail: [kobezhong@leadtrend.com.tw](mailto:kobezhong@leadtrend.com.tw)

