

	文件名稱		文件編號	
	FP7101A LED Driver For MR16 Lamp Application			
			版別	A

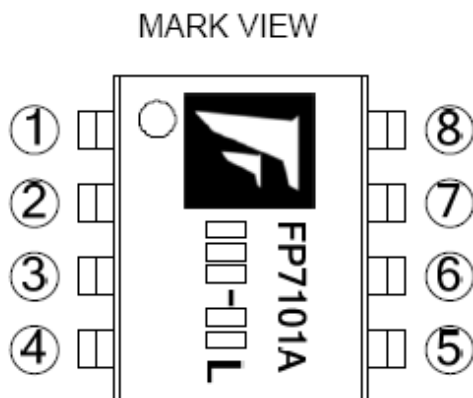
一般描述

FP7101A是一顆採用電流控制模式的降壓轉換IC，用在驅動高功率LED元件上，內含2A N-Channel的Power MOS，可提升系統整體效率，且較低的回授參考電壓 0.2V，可降低功率損耗與提升效能，最大佔空比為90%。不同瓦數的LED，電流大小也有所不同，可經由外部電阻設定電流值；在應用上還可以透過EN Pin來做調光控制(Dimming)，達到省電模式，IC本身有過電流與過溫保護功能。

特色

- 最大輸出負載：2A
- 內含 0.22Ω 低導通阻抗 NMOS
- 高轉換效率：90%
- 回授參考電壓：0.2V
- 靜態電流：25μA
- 工作頻率：380kHz
- 最大佔空比：90%
- 過溫保護&過電流保護
- 輸入操作電壓範圍：4.75 to 23V
- 提供 ON/OFF 功能
- 標準 SOP8 封裝

PIN 腳描述

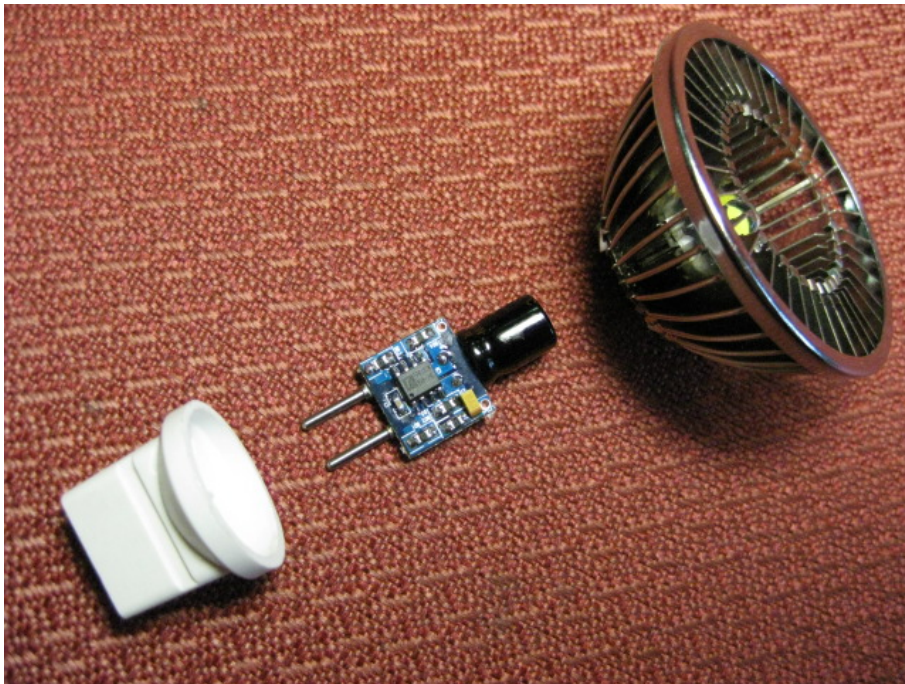


PIN DESCRIPTION

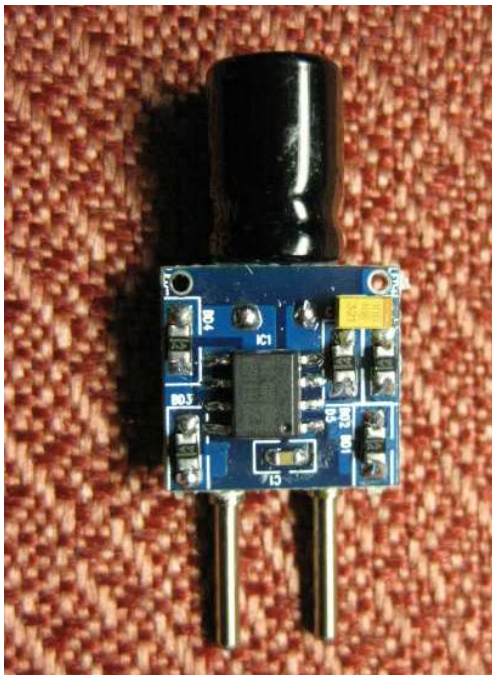
Name	No.	I/O	Description
BS	1	O	Bootstrap Pin
IN	2	P	Supply Voltage
SW	3	O	Switch Pin
GND	4	P	Ground
FB	5	I	Feedback Pin
COMP	6	O	Compensation Pin
EN/DIM	7	I	Enable/UVLO
NC	8	-	NC

	文件名稱		文件編號	
	FP7101A LED Driver For MR16 Lamp Application			
			版別	A

MR16 Lamp 與應用電路板



MR16 Lamp 與應用電路板



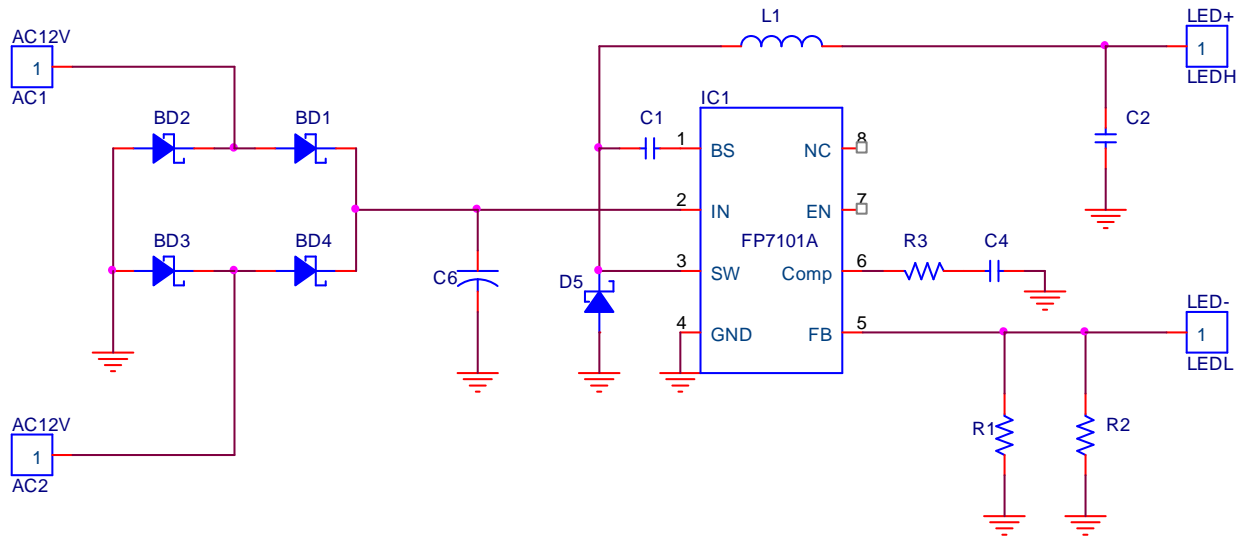
電路板正視圖



電路板背視圖

	文件名稱		文件編號	
	FP7101A LED Driver For MR16 Lamp Application			
	版別		A	

應用電路圖



圖一、FP7101A LED Driver For MR16 應用電路

※元件應用說明

- 蕭特基二極體 BD1~BD4 組成全波橋式整流電路，透過此電路將交流輸入 AC 12V 轉換成直流電源；即使直流輸入時，也無正負極問題，皆可正常動作。元件選用蕭特基二極體作為整流電路，因為蕭特基二極體具有低的順向導通電壓，我們這裡使用 MSCD104 1A 40V，主要根據 LED 瓦數與 PCB 空間，來決定二極體的規格尺寸。
- C6 為濾波電容，將經過整流後的脈動直流電源濾波為穩定的直流源。輸入電源是交流源時，電容值選用須特別注意，電容太小影響了濾波效果，若無法得到穩定的直流源，可能會造成漣波最低點電壓低於 LED 的導通電壓，使得 LED 不亮或是平均亮度下降，所以在選用電容值時必須考量到 LED 瓦數與 LED 串並聯數目，簡單的說 LED 瓦數愈大，相對的電容值要愈大。
- D5，當 NMOS 截止時，D5 導通提供電感放電迴路。D5 使用 1A 40V 的蕭特基二極體 (MSCD104)。
- C1 為倍壓用電容，轉換時電壓會比 V_{in} 高 5V，用來推 NMOS Driver。

	文件名稱		文件編號	
	FP7101A LED Driver For MR16 Lamp Application			
			版別	A

- R1 用來設定 LED 電流值之回授電阻，R2 是預留用來分散流經電阻的電流，增加電阻瓦數；LED 瓦數不同電流值也會不一樣，設計時不可超過 LED 最大電流值，會導致 LED 壽命迅速降低甚至燒毀，電流設定公式 $I_{LED} = 0.20V / (R1 // R2)$ 。
- R3、C4 是整個系統的補償迴路，關係到系統的穩定度。
- C2 是用來降低漣波電流，會依據 LED 電流大小來調整電容值，但因成本與空間考量，電容的選用也需注意。另外輸入與輸出電容的選擇可依成本空間來決定，鉭電容體積小容值大但是價格較高，適合用於 LED 電路上，若無空間考量也可使用成本便宜的電解電容，相對的體積比鉭電容大很多，元件選用可依設計者自行評估與考量。
- 電感 L1 有儲能與濾波的功用，感值愈大漣波愈小，相對的感值愈小漣波愈大，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。

零件表

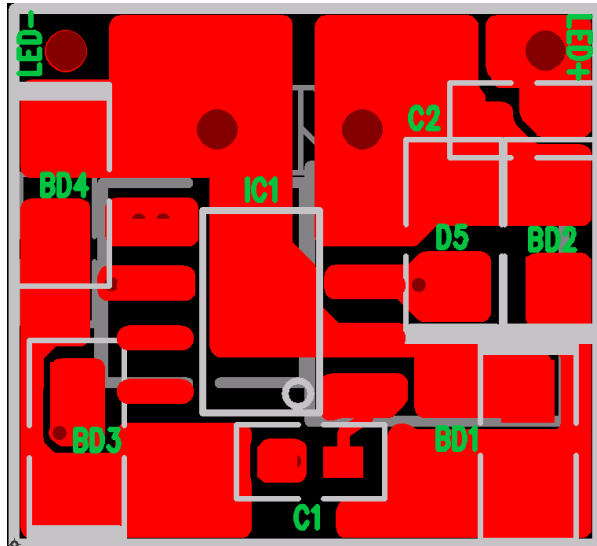
表一、EVAL BOARD Bill of Materials

Quantity	Part Reference	Value	Description
1	R1	0.57Ω	電阻、1%、1206
1	R2	NC	NC
1	R3	6.8kΩ	電阻、1%、0603
2	C1、C4	10nF	電容、X5R、0603
1	C2	10uF/16V	SMD 鉭電容
1	C6	220uF/35V	LowESR 電解容
1	L1	10uH/0.93A	電感、SD5D12-100M
5	BD1~BD4、D5	MSCD104	Schottky Diode
1	IC1	FP7101A	LED Driver IC

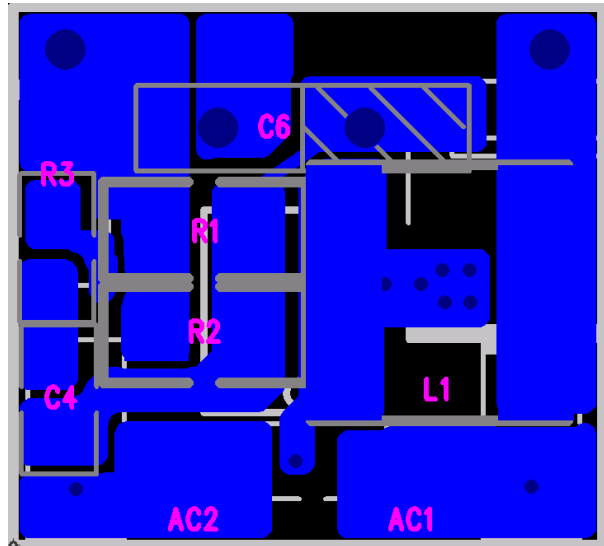
(零件值是以1W LED為設計)

	文件名稱		文件編號	
	FP7101A LED Driver For MR16 Lamp Application			
	版別		A	

電路板佈線圖



圖二、板子上層



圖三、板子底層

電路佈局建議與注意：

- 大電流路徑需鋪銅，由 AC 進入到 IC IN Pin，再從 SW Pin 經由蕭特基二極體 D5、電感 L1、LED+ 到回授電阻 R1 與 R2。
- 開關切換 SW Pin、D5 與 L1 之間的距離盡量要短且以鋪銅方式連接，減少寄生電感產生的震盪，對於 EMI 有所改善。
- 爲了達到系統穩定性，補償電阻 R1 與電容 C2 盡量靠近 IC COMP Pin，且不要靠近電感 L1。
- 輸入電容 C6 儘可能靠近 IC IN Pin 腳，IC GND Pin 能與輸入輸出電容靠近與共地。
- 回授電阻 R1 與 R2，連接到 FB Pin 距離愈短愈好。
- 板子面積很小，在 Layout 時特別注意散熱問題。

	文件名稱		文件編號	
	FP7101A LED Driver For MR16 Lamp Application			
			版別	A

電路效能

表二、輸入用直流電源，電壓範圍 9~15V，電源是由橋式兩端點接近來，量測時考量到蕭特基二極體功率損耗，從表中可以看出 I_{out} 幾乎不受輸入電壓不同而變動，效率為 83.68~ 87.22%，電流精確度 2%。(表二與表三的數值是用 1W LED 量測)

表二、DC Input Voltage

Vin(V)	Iin(A)	Vout(V)	Iout(A)	Efficiency(%)	Current Accuracy
9	0.297	6.79	0.343	87.12	2%
10	0.267	6.79	0.343	87.22	2%
11	0.245	6.78	0.343	86.29	2%
12	0.226	6.78	0.343	85.75	2%
13	0.210	6.77	0.343	85.05	2%
14	0.197	6.77	0.343	84.19	2%
15	0.185	6.77	0.343	83.68	2%

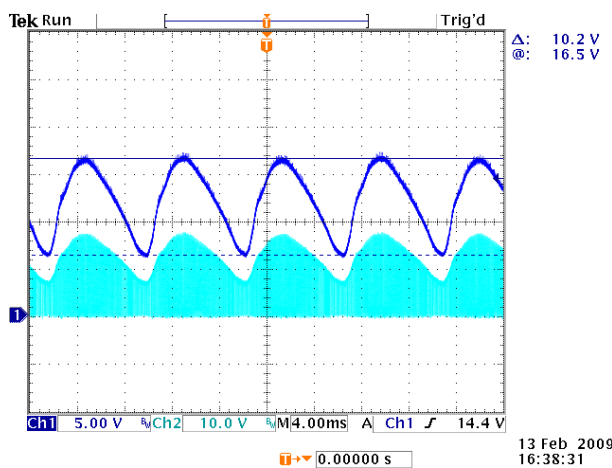
下表三列出了在輸入使用 AC 12V 情況下，改變輸入電解電容值，所做的量測，可以發現電容大於 220uF 以上，其輸出電流接近設計值較為精準，但對於板子尺寸、成本、可靠度與平均電流必須做折中考量，電容值愈大耐壓愈高，相對的體積大，如果考量到電容體積，可以改用 SMD 的鉭電容。

表三、AC Input Voltage

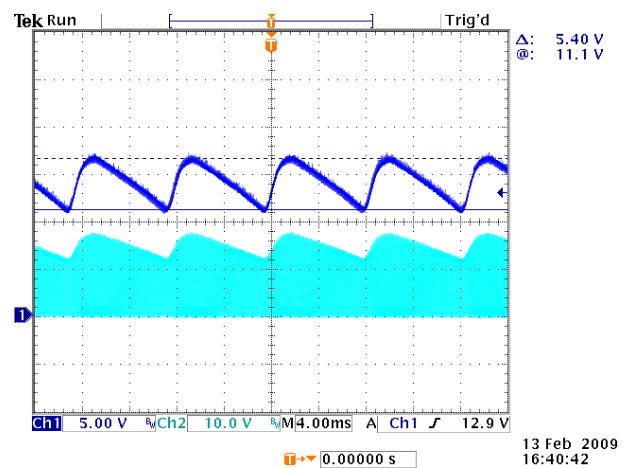
C6(uF)	Vin(V)	Iin(A)	Vout(V)	Iout(A)	Efficiency	Current Accuracy
100	11.96	0.362	6.69	0.322	49.75	8%
220	11.95	0.400	6.77	0.343	48.58	2%
330	11.94	0.407	6.77	0.343	47.78	2%
470	11.94	0.402	6.77	0.343	48.38	2%

	文件名稱		文件編號	
	FP7101A LED Driver For MR16 Lamp Application			
	版別		A	

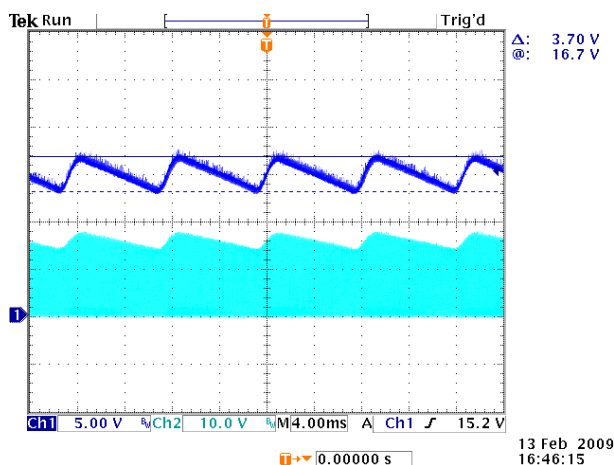
圖四~圖七列出了在不同輸入電容值情況下，輸入漣波 $V_{in}:CH1$ 與 $SW:CH2$ 的變化情形，輸入電容值愈大漣波電壓愈小，圖四中 $C_{in}=100\mu F$ 漣波電壓 10.2V，圖七中 $C_{in}=470\mu F$ 漣波電壓 2.6V，實驗中是串聯 2 顆 1W 的 LED，如果串聯 3 顆時，導通電壓需要 10V 左右，這時候可能因為電容太小導致輸入電壓過低，使得 LED 會無法發亮，所以在設計時要特別注意。



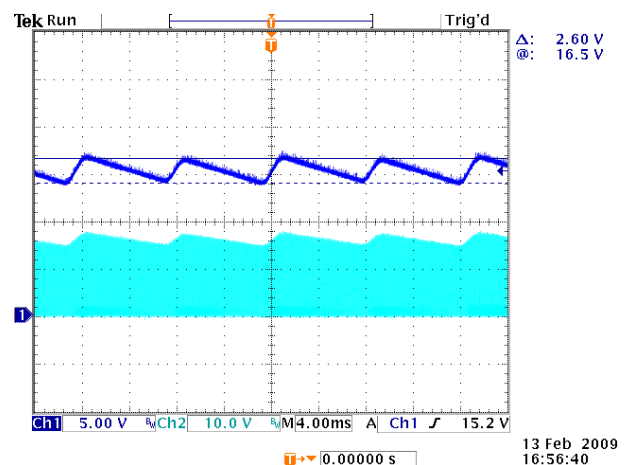
圖四、 $C_{in}=100\mu F$



圖五、 $C_{in}=220\mu F$



圖六、 $C_{in}=330\mu F$



圖七、 $C_{in}=470\mu F$

結論

在使用 FP7101A LED Driver For MR16 Lamp，可達到應用板小型化、可靠度信賴、元件使用精簡與整體高效能運作，在應用上能夠有更大的彈性空間。因為電路板小所以在佈局上要特別注意，高功率的 LED 本體溫度也很高，在擺放上需注意避免熱源影響到其它元件；輸入輸出電容值，取決於 LED 電流大小，選用上需特別注意，會影響 LED 的運作效能，只要掌握以上幾點設計準則就沒什麼問題。