

	文件名稱	文件編號	
	FP5138 LCM 應用手冊	版別	A0

## 目錄

一、前言	2
二、設計規格	2
三、FP5138 LCM 三電源輸出應用電路	3
四、電路原理	4
1、升壓的原理	4
2、Charge Pump原理	6
I、VGH	6
II、VGL	7
III、穩壓	8
五、實驗數據量測及記錄	9
1、轉換效率	9
2、Load Regulation	9
3、Output Ripple & SW	10
4、Load Transient Response	10
5、Power On	10
6、Power Off	10
7、Soft start	11
8、SCP	11
六、FP5138 Demo board PCB佈局	12
七、FP5138 EVAL BOARD 零件表(BOM)	13

	文件名稱	文件編號	
	FP5138 LCM 應用手冊	版別	A0

## 一、前言

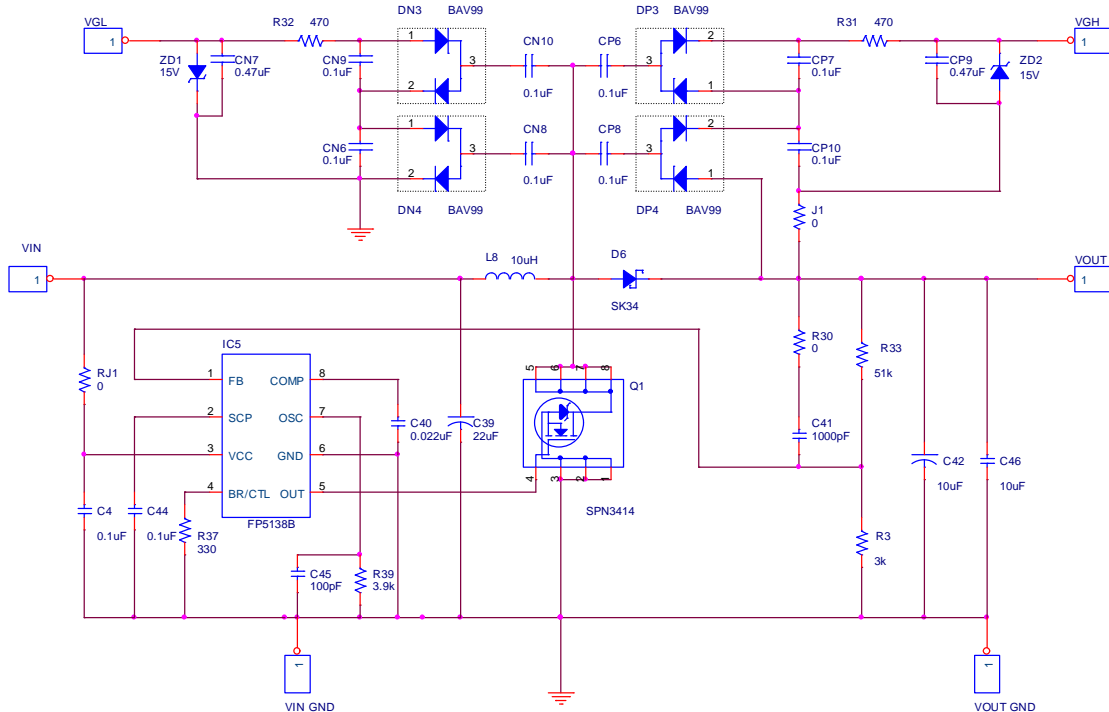
此昇壓轉換器(Boost Converter)提供了一組由+3V轉換+9.0V的輸出電壓。另有二組輸出設計上採用Charge Pump方式分別為-15V與+24V

## 二、設計規格

	規格值
輸入電壓	3.3V <sub>DC</sub>
輸出電壓	9V <sub>DC</sub>
輸出電壓	+24 V <sub>DC</sub> -15 V <sub>DC</sub>
全載轉換效率	87% (+9V 150mA 輸出) VGH(+24V 2mA 輸出) VGL(-15V 2mA 輸出)
負載變動率	30mV
線電壓變動率	30mV
輸出漣波	60mV <sub>P-P</sub> (全載輸出)

	文件名稱		文件編號	
	FP5138 LCM 應用手冊		版別	A0

### 三、FP5138 LCM 三電源輸出應用電路



在很多實際應用上常需要雙電源以上的供給系統例如OPA或LCD Panel應用等，從基本昇壓型轉換器作簡單的改變就能夠得到所需要額外的電源。上圖應用線路採用的是Charge Pump藉由昇壓轉換器電感與電晶體和SBD端經電容耦合取出，能量由Switching Voltage Waveform轉換給所需輔助電源輸出端。

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R33}{R3}\right) * 0.5 = 9V$$

VGH及VGL則由Charge Pump電路倍壓後再利用穩壓原件來達成，使用者也可以用其他更精確的方式來替代。

FP5138的詳細功能說明請參考遠翔FP5138的應用手冊(文件編號 AN07)。

	文件名稱		文件編號	
	FP5138 LCM 應用手冊			
			版別	A0

#### 四、電路原理

##### 1、升壓的原理：

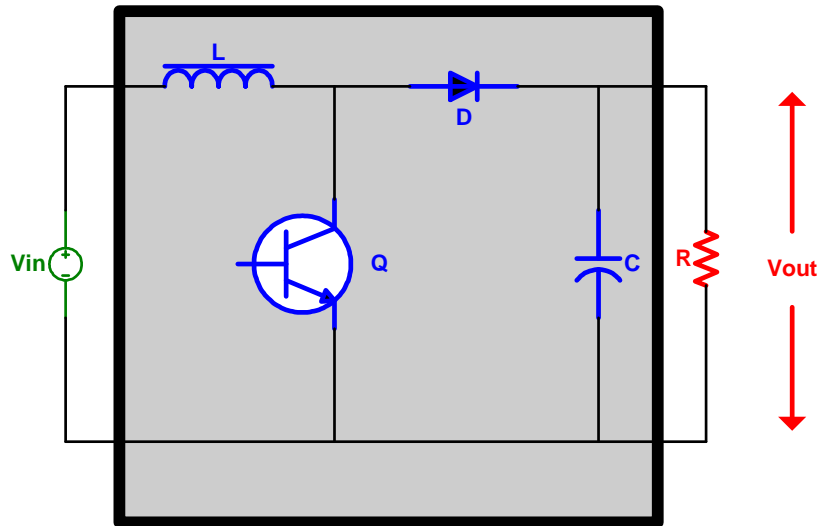


圖 1. 升壓電路

圖 1 為升壓的基本拓樸電路，其主要原理是利用 Q 做為開關的過程中，將電源轉換貯存於電感 L 中，並於 Q 關閉後經過 D 做為放能的路徑，其動作情形由圖 2 及圖 3 說明：

圖 2 是 Q 導通的狀況，此時輸入電源透過導通路徑使電感 L 貯能；並在 Q 關閉後讓原先的能量經過 D 釋放到輸出，其公式關係可以表示如下，也說明了輸出輸入的關係基本與 Duty Cycle 有關，而在 Duty cycle  $< 1$  的狀況下，可知輸出是輸入的倍數比關係，此即是升壓原理。

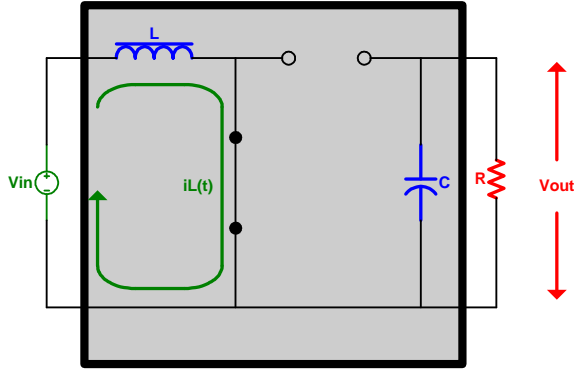


圖 2. Q 導通狀態

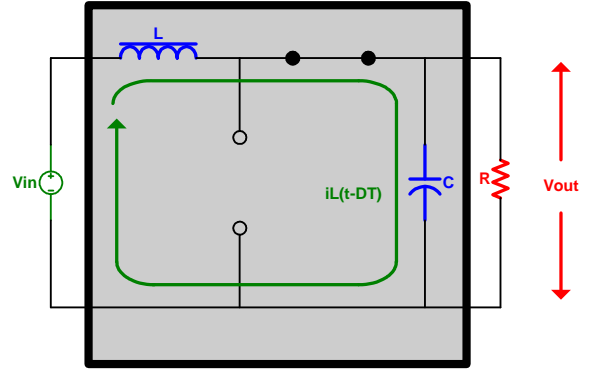
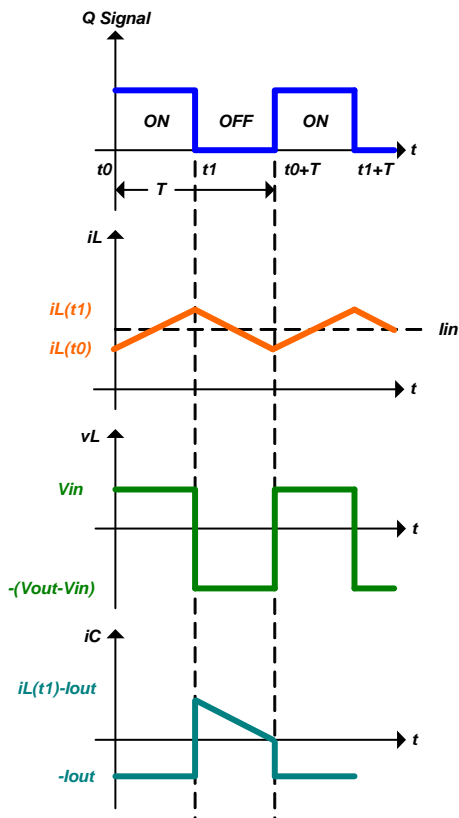


圖 3. Q 關閉狀態



$$i_L(t) = \frac{V_{in} \times t}{L} + I_L(0)$$

$$I_L(t_1) = \frac{V_{in} \times DT}{L} + I_L(t_0)$$

$$I_L(t_0 + T) = \frac{(V_{in} - V_{out}) \times (1 - D)T}{L} + I_L(t_1)$$

$$D = 1 - \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1 - D}$$

$$I_{in} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^T i_{in}(t) dt = \frac{1}{T} \int_{t_0}^T i_L(t) dt = \frac{I_L(DT) + I_L(0)}{2}$$

$$I_{out} = I_D = \frac{1}{T} \int_{DT}^T i_D(t) dt = \left( \frac{I_L(DT) + I_L(0)}{2} \right) (1 - D)$$

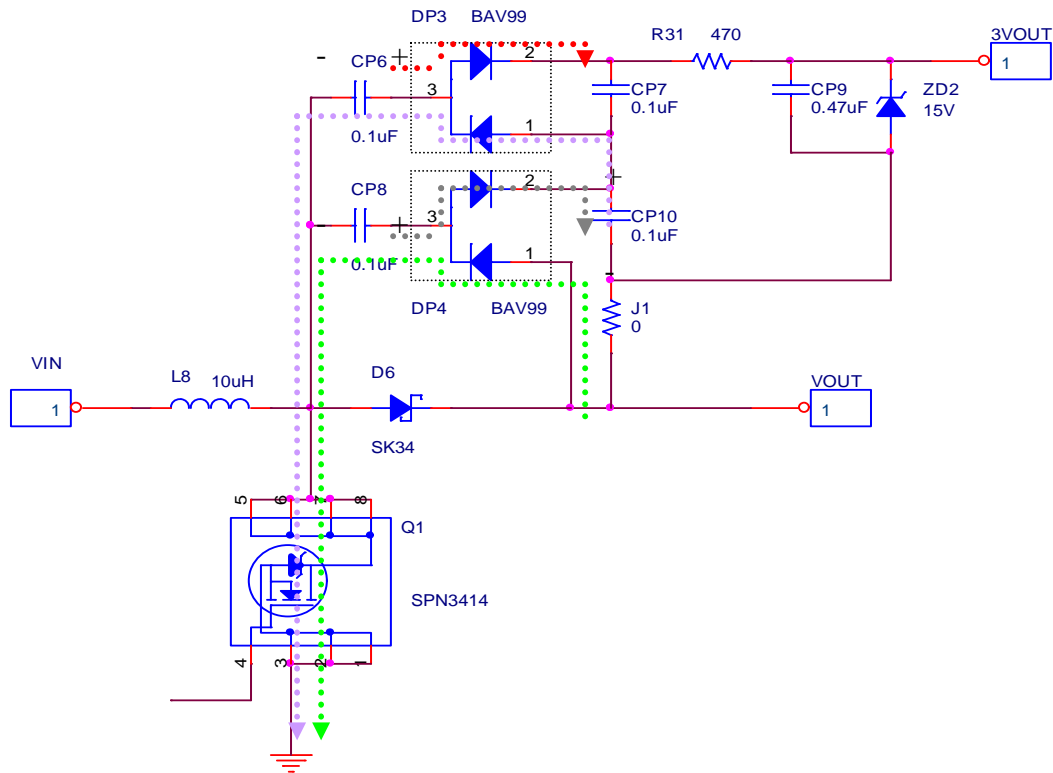
$$i_C(0 \leq t < DT) = -I_{out}$$

$$i_C(DT \leq t < T) = i_L - I_{out}$$

	文件名稱	文件編號
	FP5138 LCM 應用手冊	版別

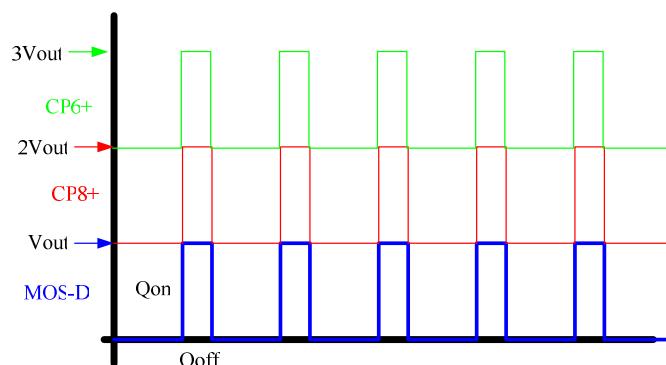
## 2、Charge Pump原理

### I、VGH



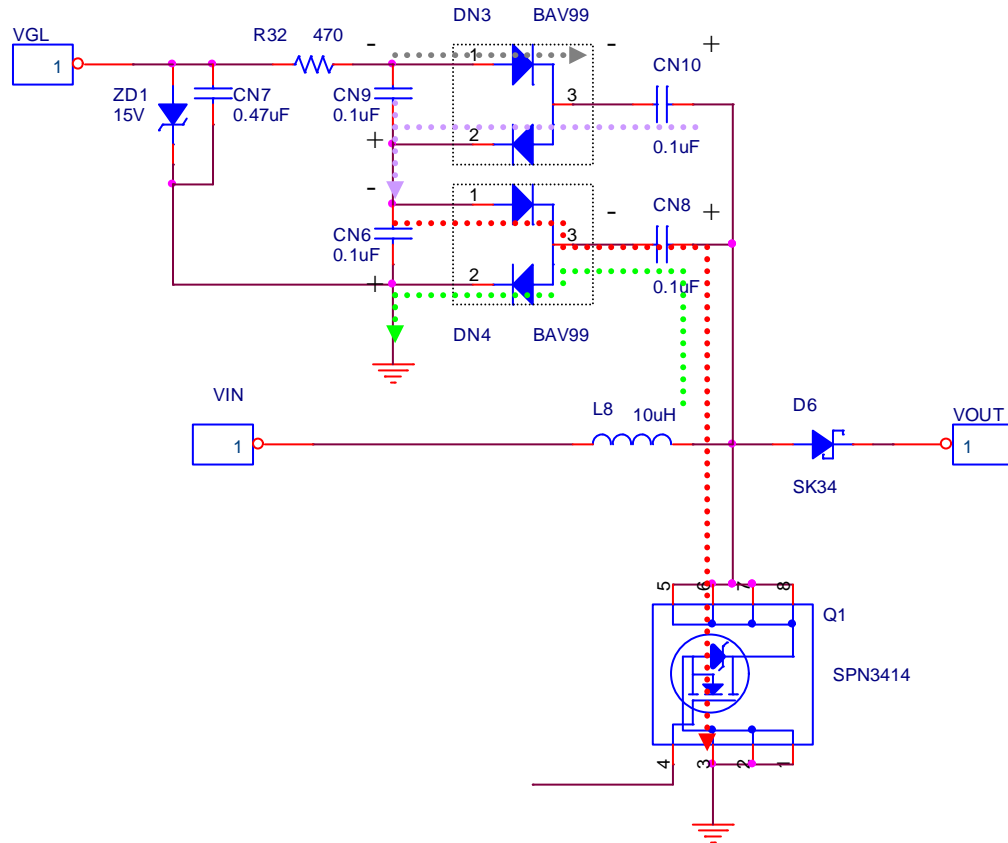
當MOS turn on 的時候MOS-D端為0V，輸出經由DP4的1-3腳對CP8充電，其充滿電的電壓為一個Vout(綠色路徑)，MOS turn off的時候，CP1的基準點MOS-D端由0V變為Vout，所以CP8+的電壓由原本的一個Vout加上基準點改變的一個Vout變成2Vout，這2Vout再經由DP4的3-2腳對CP10充電，使CP10的對地電壓變成2Vout(灰色路徑)。

再下一次MOS turn on 時，由CP10走紫色路徑對CP6充電，使CP6的電壓為2倍 Vout，然後再下一個turn off 週期CP6走紅色路徑對CP7充電，使CP7為3倍的Vout，然後我們用簡單的穩壓電路使電壓穩在我們要的24V。



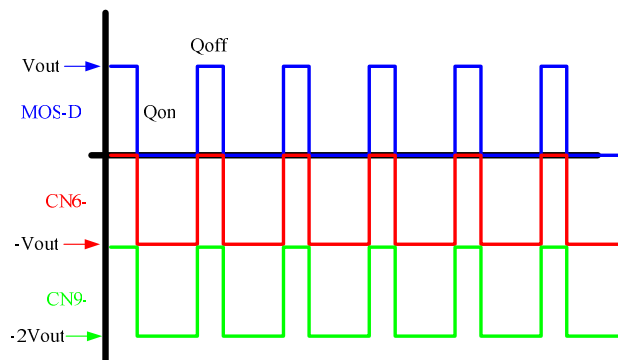
	文件名稱	文件編號
	FP5138 LCM 應用手冊	版別

## II、VGL



當MOS turn off的時候MOS-D經由DN4的3-2腳對CN8充電，使CN8有一個Vout的電壓(綠色路徑)，MOS turn on的時候，CN8的正端被拉到0V，所以CN8的負端會比正端更低一個Vout形成-Vout，此時CN6會被CN8拉成-Vout(紅色路徑)。

此時CN6已經是-Vout，在下個turn off週期時MOS-D從紫色路徑在CN10上充2倍的Vout，所以MOS再turn on時，CN9會被CN10拉成-2Vout(灰色路徑)，之後我們也是用穩壓電路使電壓穩在我們要的-15V。

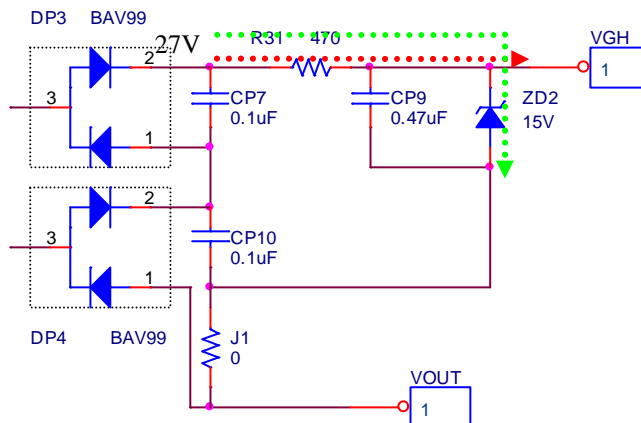


### III、穩壓

已知在倍壓電路後我們會得到27V的電壓，我們再用簡單的穩壓電路將電壓降到24V。

R31的作用是ZD2的限流電阻，必免大電流從ZD2直接流過(綠色路徑)。當抽載2mA時(紅色路徑)這電流會在R31上形成一個壓降

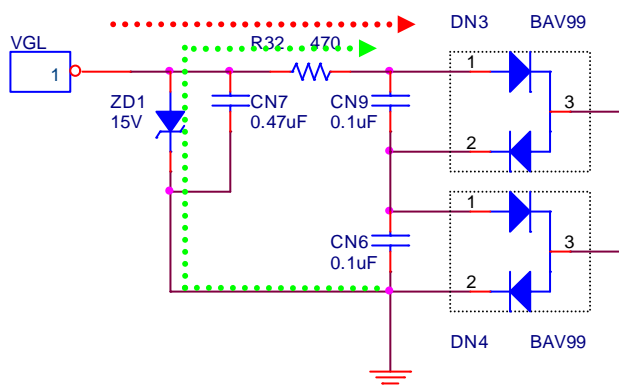
$2mA \times 470 = 0.94V$ ，所以在設計時R31被抽載所造成的壓降不能超過 $27 - VGH(24V) = 3V$ ，否則ZD2就沒作用了。



同理，在負壓的部份也是一樣。

$$-15V - (-18V) = -3V$$

$$RN1 < |-3V / 2mA|$$



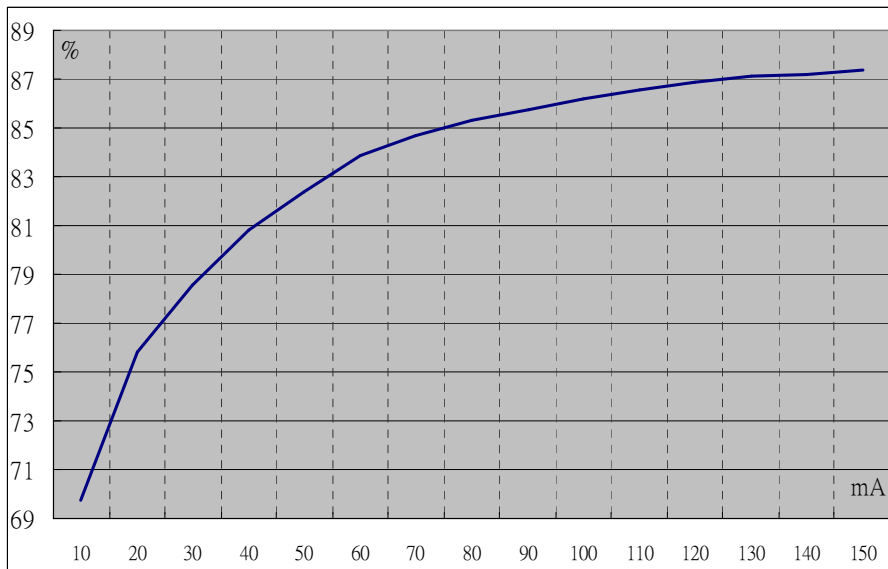


	文件名稱		文件編號	
	FP5138 LCM 應用手冊			
	版別	A0		

### 五、實驗數據量測及記錄

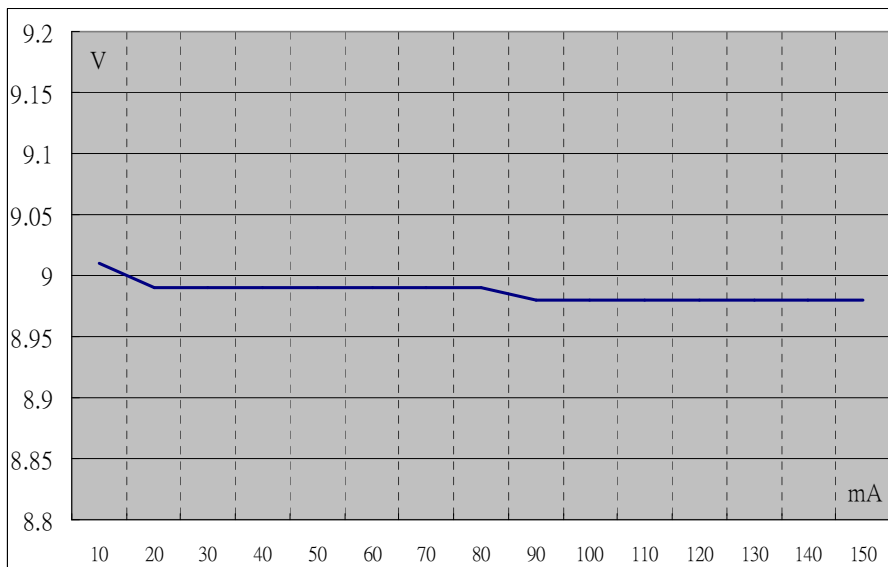
	測試條件	量測值	單位
負載變動率	$V_{IN}=3.3V, I_O=0.01\sim 0.15A$	$\pm 0.3Max$	%
線電壓變動率	$I_O=0.15A, V_{IN}=2.5V\sim 4V$	$\pm 0.3Max$	%
輸出漣波	$V_{IN}=3.3V, I_O=0.15A$	55	mV
轉換效率	$V_{IN}=3.3V, I_O=0.15A$	87	%

#### 1、轉換效率



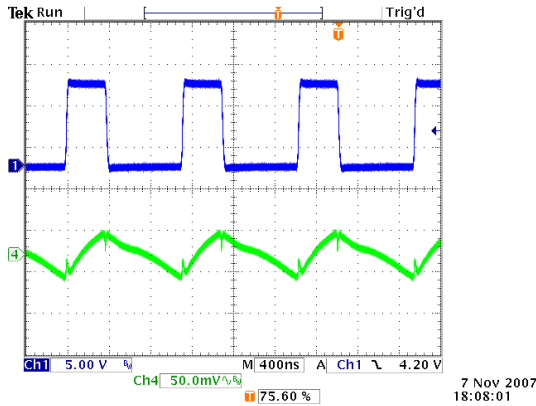
$V_{in}=3.3V$   
 $V_{GH} \text{ Load}=2mA$   
 $V_{GL} \text{ Load}=2mA$

#### 2、Load Regulation



$V_{in}=3.3V$   
 $V_{GH} \text{ Load}=2mA$   
 $V_{GL} \text{ Load}=2mA$

### 3 · Output Ripple & SW

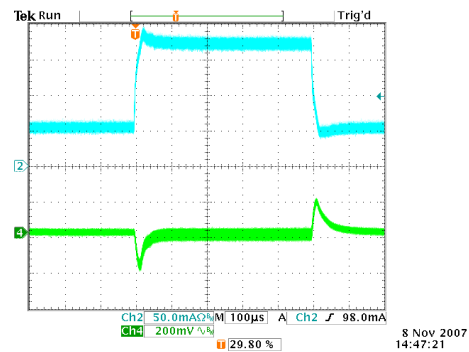


Vin=3.3V  
 VGH Load=2mA  
 VGL Load=2mA  
 Vout Load=150mA

CH1=SW  
 CH4=Vout

7 Nov 2007  
 18:08:01

### 4 · Load Transient Response

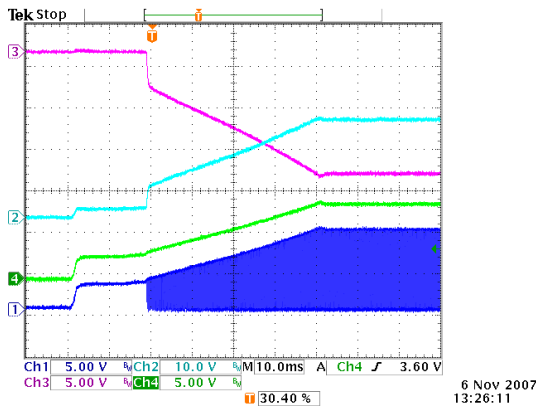


Vin=3.3V  
 VGH Load=2mA  
 VGL Load=2mA  
 Vout Load =  
 20mA~150mA

CH2=Io  
 CH4=Vout

8 Nov 2007  
 14:47:21

### 5 · Power On

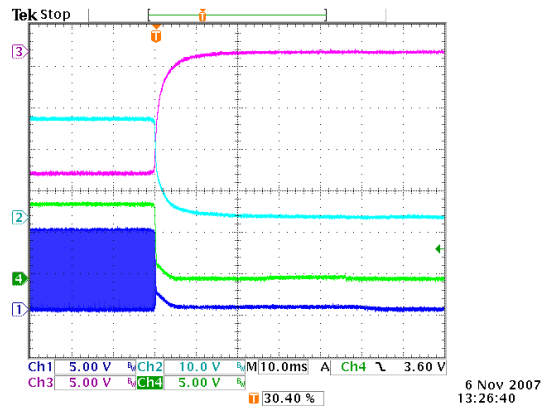


Vin=3.3V  
 VGH Load=2mA  
 VGL Load=2mA  
 Vout Load=150mA

CH1=SW  
 CH2=VGH  
 CH3=VGL  
 CH4=Vout

6 Nov 2007  
 13:26:11

### 6 · Power Off

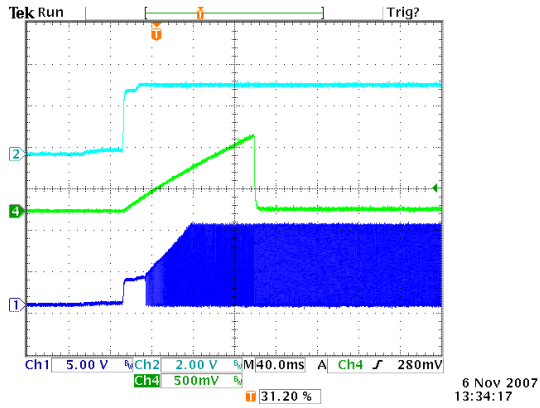


Vin=3.3V  
 VGH Load=2mA  
 VGL Load=2mA  
 Vout Load=150mA

CH1=SW  
 CH2=VGH  
 CH3=VGL  
 CH4=Vout

6 Nov 2007  
 13:26:40

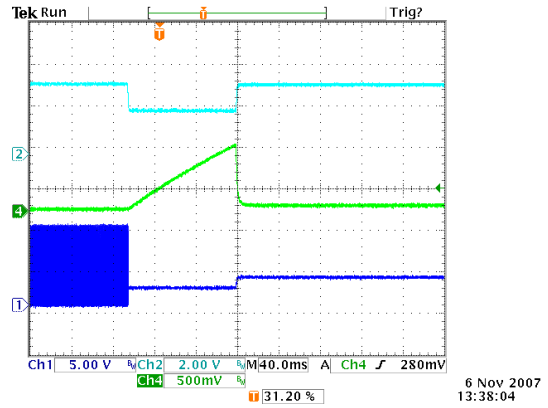
7、Soft start



Vin=3.3V  
 VGH Load=2mA  
 VGL Load=2mA  
 Vout Load=150mA

CH1=SW  
 CH2=Vin  
 CH4=SCP

8、SCP

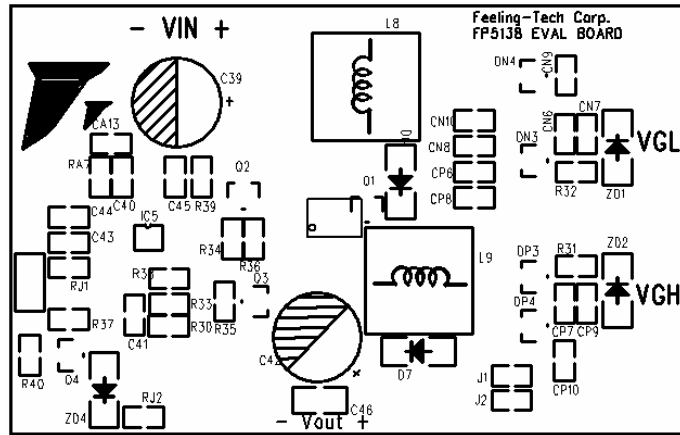


Vin=3.3V  
 VGH Load=2mA  
 VGL Load=2mA  
 Vout Load=350mA

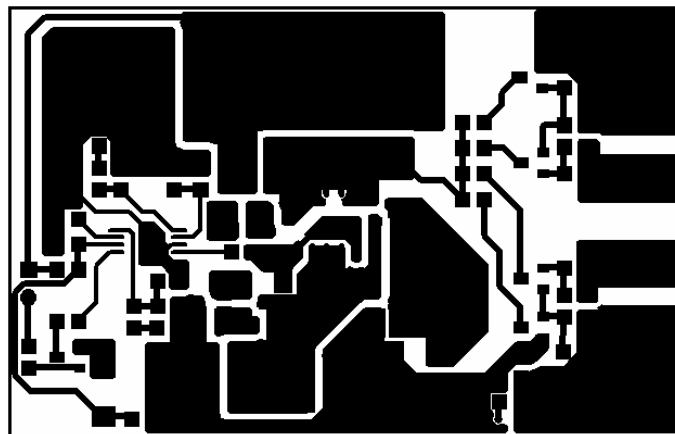
CH1=SW  
 CH2=Vin  
 CH4=SCP

	文件名稱	文件編號	
	FP5138 LCM 應用手冊	版別	A0

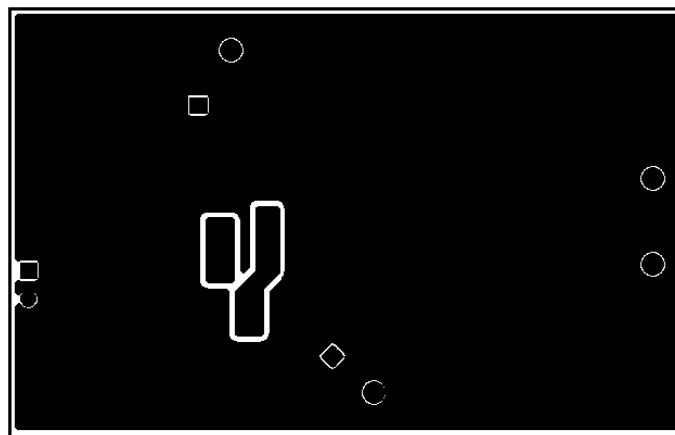
六、FP5138 Demo board PCB佈局



Silk Screen



Top Layer



Bottom Layer

	文件名稱		文件編號	
	FP5138 LCM 應用手冊			
			版別	A0

七、FP5138 EVAL BOARD 零件表(BOM)

Quantity	Reference	Description
11	CP6,CN6,CP7,CP8,CN8,CN9,CP10, CN10,C40,C44,C4	0.1uF
2	CN7,CP9	0.47uF
1	C39	22uF
1	C41	1000pF
2	C42,C46	10uF
1	C45	100pF
4	DP3,DN3,DP4,DN4	BAV99
1	D6	SK34
1	IC5	FP5138B
1	L8	10uH
1	Q1	AP2302GN
2	R3,R30	3k
2	R31,R32	470
1	R33	51k
1	R37	330
1	R39	3.9k
2	ZD1,ZD2	15V

**FP5138 EVAL Board Bill of Materials**