

UCT5101 – 24V/ 2A 降压型开关稳压器

概述

UCT5101 是一种采用电流模式架构的高效单片降压型开关稳压器。该器件具有 4.5V 到 24V 的宽输入电压范围，其内部集成的高端功率 MOSFET 可以提供高达 2A 的输出电流。由于工作于电流模式，UCT5101 具有快速的环路响应和优秀的负载调整率与电路调整率，这使得它成为电池供电系统、分布式电源系统、电池充电器及适配器等应用的理想选择。

UCT5101 的工作频率可以在 350KHz 到 2MHz 间设定，使得客户能够根据不同的应用情况选择适当的 SMT 功率电感和滤波电容。

UCT5101 具有逐周期 (cycle-by-cycle) 的电流限制保护功能以及芯片过温关断保护功能，在关断状态下，其最高输入电压下的静态电流不超过 20uA。此外，UCT5101 尚具有内部软启动和芯片使能控制能力。

UCT5101 采用热增强型的 8 脚 HSOP 封装。

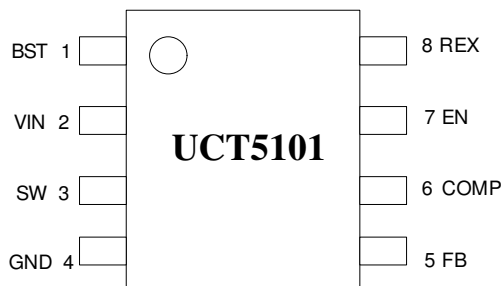
特点

- 可高达 96% 的工作效率
- 2A 输出电流能力
- 最大输入电压下小于 20uA 的静态电流
- 内部集成 0.2 Ω 功率开关管
- 工作频率 350KHz ~ 2MHz 可设定
- 4.5V ~ 24V 输入电压范围
- 输出电压范围 1.25V ~ 21V.
- 带外部补偿的电流模式工作具有优越的环路带宽
- 内部软启动
- 芯片过温关断保护
- 逐周期 (cycle-by-cycle) 过流保护
- 输入欠压保护功能
- 工作温度范围: -40 $^{\circ}$ C ~ +85 $^{\circ}$ C
- 8-Pin HSOP 封装

应用

- LCD 显示器/LCD 电视
- 电池供电系统
- 分布式电源系统
- 机顶盒
- 电源适配器
- 车载充电器

管脚定义



管脚序号	名称	性质	功能
1	BST	I	输出 功率管门极驱动电压自举管脚。将一只 1~10nF 陶瓷电容连接在此管脚和 SW 管脚间
2	VIN	P	输入电压管脚。电压范围 4.5V ~ 24V
3	SW	O	主开关节点，外接功率电感
4	GND	G	公共地管脚
5	FB	I	输出电压反馈脚，外接电阻分压器
6	COMP	I	补偿管脚。外接适当的 RC 补偿网络以获得稳定的工作状态及良好的环路带宽
7	EN	I	使能管脚。下拉到地将关断 IC，上拉或悬空则使能 IC
8	REX	I	开关频率设定管脚。在该管脚与地间接入的电阻将设置工作频率在 350KHz ~ 2.0MHz 之间

极限参数

参数名	MIN	MAX
输入电压 (V_{IN})	- 0.3 V	+ 24 V
SW 引脚耐压 (V_{SW})	- 1.0 V	$V_{IN} + 1V$
BST 引脚耐压 (V_{BST})	$V_{SW} - 0.3V$	$V_{sw} + 6V$
FB、EN、COMP、REX 引脚耐压 (V_{FB} 、 V_{EN} 、 V_{COMP} 、 V_{REX})	- 0.3V	+ 6V
工作结温	- 40 °C	+ 150 °C
存储温度	- 55 °C	+ 150 °C
焊接温度 (10 秒)		+ 300 °C

注: 超出以上所列的极限参数可能造成器件的永久损坏。以上给出的仅仅是极限范围, 在这样的极限条件下工作, 器件的技术指标将得不到保证, 长期在这种条件下工作还会影响器件的可靠性。

电气特性(测试条件 $V_{IN} = 12V$, $T_A = 25^\circ C$, 除非特别说明)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	V_{IN}		4.5		24	V
静态工作电流	I_Q	$V_{IN} = 12V$		1.0		mA
关断电流	I_{SHDN}	$V_{EN} = 0V$		10	20	μA
反馈电压	V_{FB}	$4.75 \leq V_{IN} \leq 18V$, $V_{COMP} < 2V$	1.23	1.25	1.27	V
高端开关管导通内阻	R_{ONH}	$I_{SW} = 100mA$		0.2		Ω
低端开关管导通内阻	R_{ONL}	$I_{SW} = 50mA$		10		Ω
内部开关管漏电流	I_{LEAK}	$V_{EN} = 0$, $V_{DS} = 23V$			10	μA
电流限定值	I_{LIM}		2.5	2.9	3.3	A
COMP 端的电流传感跨导	G_{CS}			2.5		A/V
误差放大器直流增益	A_{VEA}			4000		V/V
误差放大器跨导	G_{EA}	$\Delta I_{COMP} = \pm 10\mu A$		800		$\mu A/V$
缺省开关频率	F_{SW}			350		KHz
开关频率	F_{SW_SET}	$R_{OSC} = 80K\Omega$	1125	1250	1375	KHz
短路保护工作频率		$V_{FB} = 0V$		$F_{SW}/8$		KHz
最大占空比	D_{MAX}	$V_{FB} = 1.0V$		90		%
最小导通时间	$t_{ON(MIN)}$			150		ns
使能门限电压	V_{IH}		0.6	0.85	1.2	V
欠压锁定上升门限电压	V_{UVLO}		2.4	2.5	2.6	V
欠压锁定门限电压回差	V_{UVL_TH}			150		mV
过热关断温度	T_{SHDN}			160		$^\circ C$
过热关断温度回差				40		$^\circ C$

软启动

UCT5101 的内部软启动功能可以限制电路启动时的冲击电流，从而可避免由于冲击电流造成的瞬间电池或电源电压跌落。典型的软启动时间大约是 750us。

输出短路保护

当输出电路出现短路故障时，UCT5101 的内部振荡器频率将降低到正常工作频率的 1/8，该功能确保功率电感内的能量有足够的时间泄放掉。

过热关断

UCT5101 在内部结温超过 160°C 时将自动进入热关断模式，而当结温降低到 120 °C 以下时回到正常工作模式。

自举升压

为使高端 NMOS 开关管能导通得更好，一只 1~10nF 的自举电容 C_{boost} 被接在 BST 与 SW 管脚间以获得比输入电压更高的门极驱动电压，该电容两端大约可得到 5V 左右的自举电压。

输入欠压锁定

UCT5101 在输入电压低至 2.5V 时将进入欠压锁定状态，此时电路停止工作。而其最小启动工作电压是 4.5V，只有当电源电压恢复到高于 4.5V 时，电路方可正常工作。这样可以防止电源电压波动时，稳压器状态失控。

典型特性

图 2: 不同输出电流下的效率特性

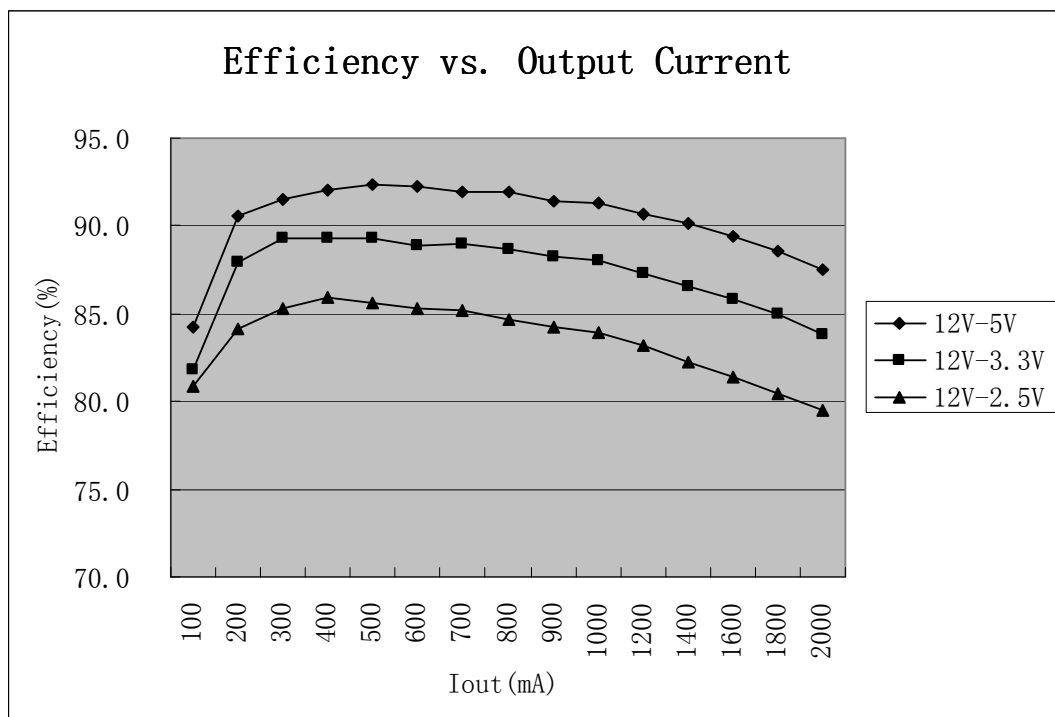
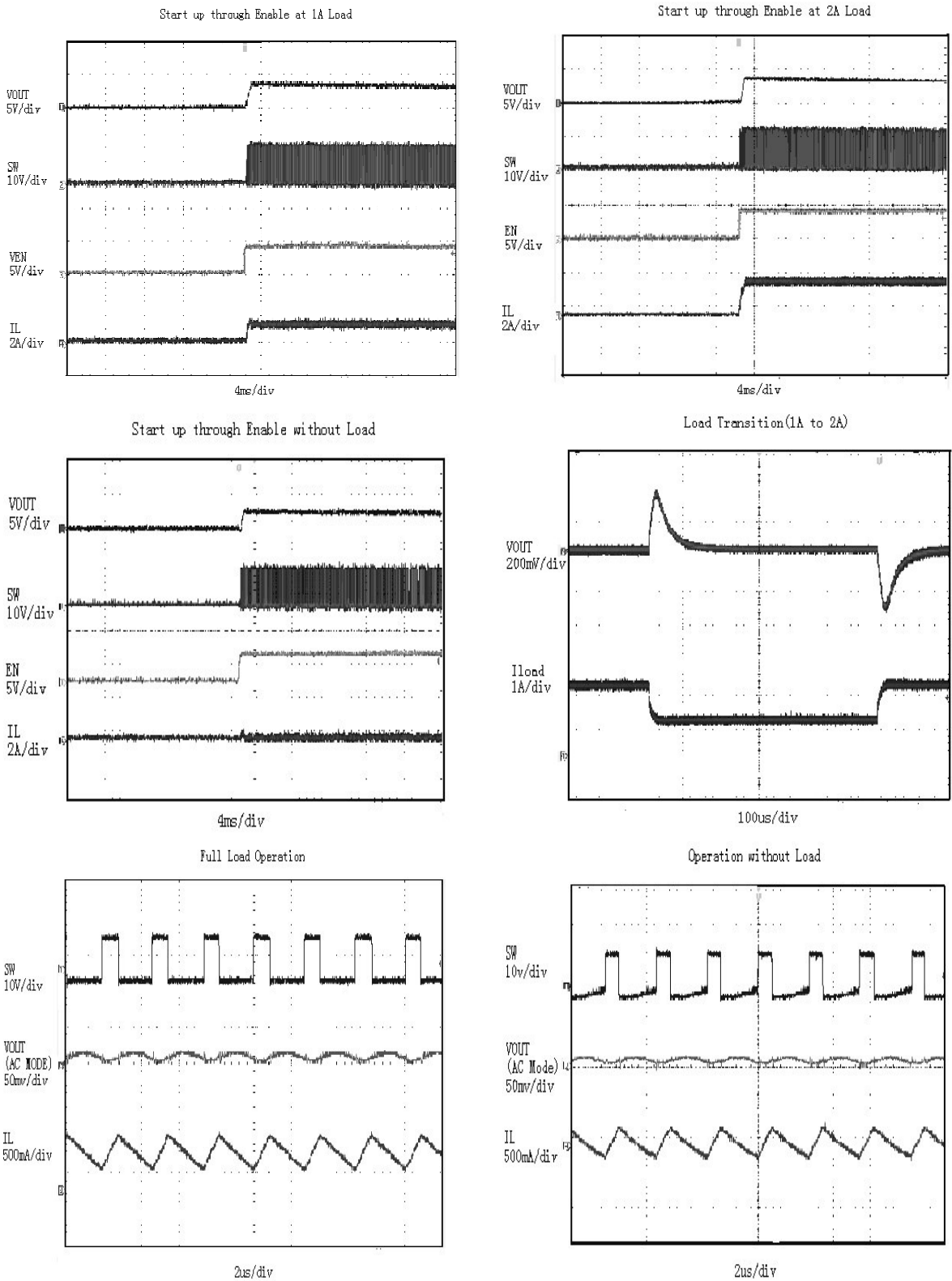
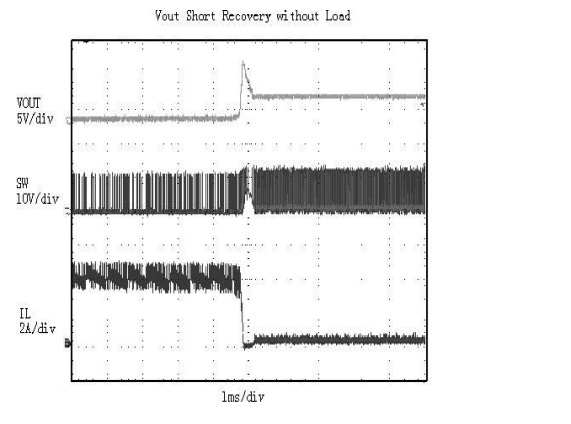
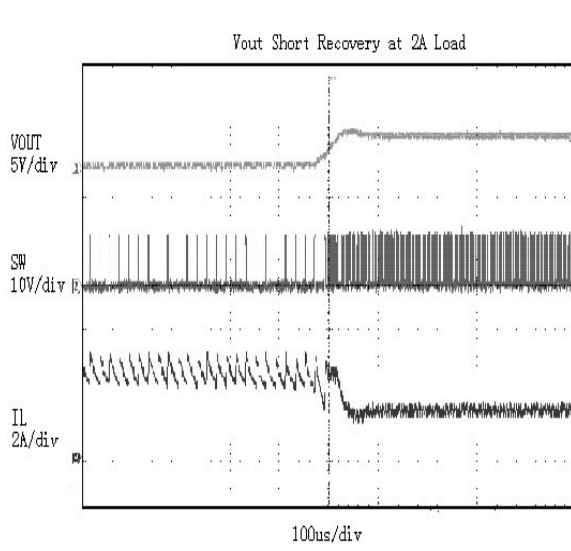
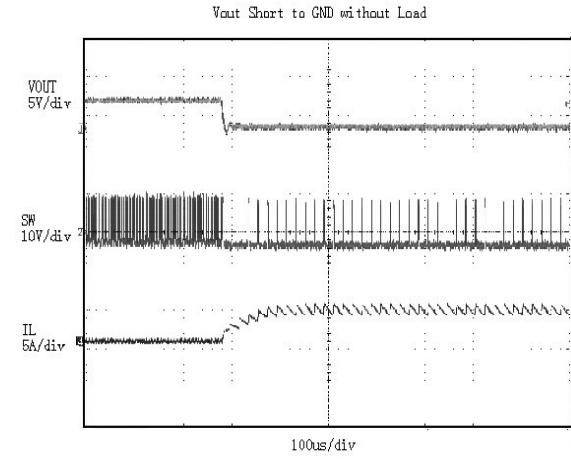
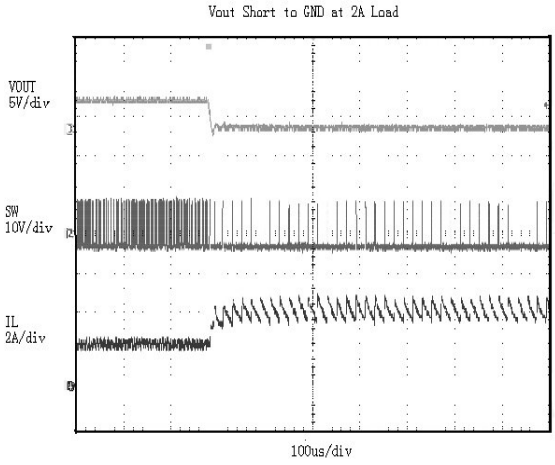
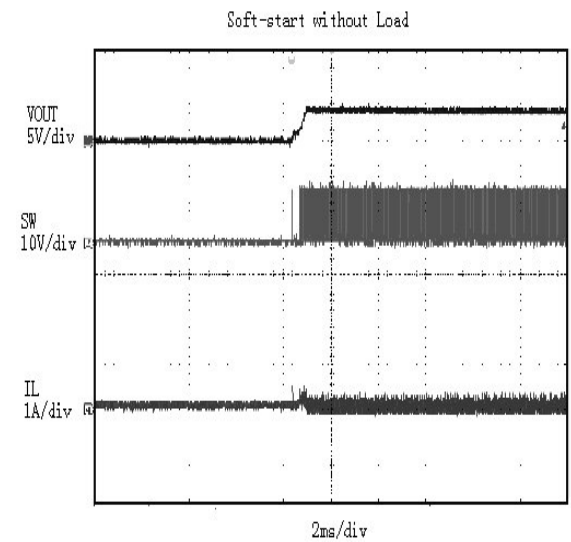
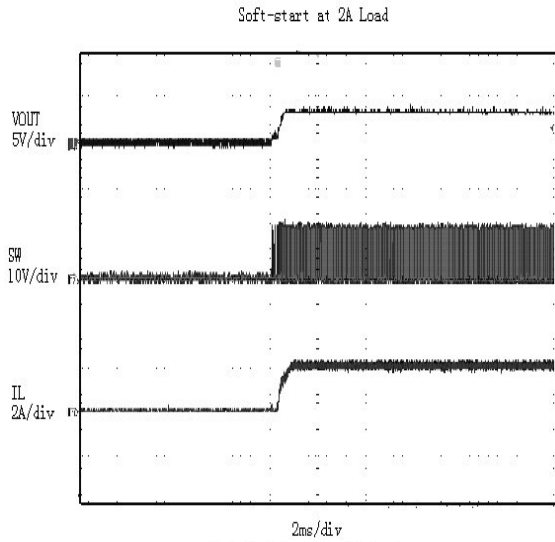


图 3：实测开关特性





应用信息

功率电感的选择

主要考虑两点，首先要保证功率电感工作时不能饱和，其次电感电流中的纹波成分要尽量小以保证低的输出纹波指标。另外由于功率电感的直流内阻会直接影响电路的工作效率，所以为了提高工作效率，应该选择直流电阻尽量低的功率电感。

为了避免饱和，功率电感的额定电流应该远大于最大输出电流加上电感的纹波电流，该电流可由以下公式表达：

$$I_{PEAK} = I_{LOAD} + \frac{V_{OUT} * (V_{IN} - V_{OUT})}{2L * f * V_{IN}} \quad (1)$$

式中

f = 工作频率 (典型值 350 KHz)

L = 电感值

常用输出电压下推荐的功率电感值

Fs \ Vout	1.5	1.8	2.5	3.3	5	12
350 KHz	6.8uH	10uH	10uH	15uH	22uH	33uH
800kHz	2.8uH	3.6uH	4.7uH	6.2uH	8.2uH	15uH
1.25MHz	1.8uH	2.2uH	2.8uH	3.7uH	5.1uH	8.8uH

输出电容的选择

对于使用 6.8uH 的功率电感来说，需要一颗至少 22-uF 的输出滤波电容。为了获得较低的输出纹波电压，推荐使用具有较低 ESR 的陶瓷贴片电容。

总的输出纹波电压由输出滤波电容充、放电的电压以及纹波电流在 ESR 上的压降两部分构成。其计算公式如下：

$$V_{RIPPLE} = V_{OUT} \times \frac{1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}}{L \times f} \times \left(\frac{1}{8 \times C_{OUT} \times f} + R_{ESR} \right) \quad (2)$$

由公式中可以看出，输出电压一定时，输出纹波电压将随着输入电压的增加而变大。

输入电容的选择

即使在连续导通模式下，流过 IC 的输入电流也是非连续的。为了减少输入电源的电流冲击并滤除纹波干扰，输入端至少需要一颗 10uF 的滤波电容，同样道理，推荐使用具有较低 ESR 的陶瓷贴片电容。

应该注意的是，由于输入滤波电容要吸收输入端的开关电流，因此其应当具有适当的纹波电流承受能力，一般要求其 RMS 电流指标不小于输出电流的一半。

为保证电路工作的稳定性，输入滤波电容应该尽量靠近 UCT5101 放置。

肖特基二极管的选择

在高端 NMOS 开关管关断期间，功率电感的电流通过续流二极管维持流通，为了降低损耗，该续流二极管应该选择正向导通电压低而反向恢复时间短的肖特基二极管。

作为续流二极管的肖特基二极管，其额定耐压要求大于最大输入电压，而额定工作电流也必须大于最大负载电流。以下是常用型号：

Vin(Max)	1A Diodes	2A Diodes
15V	10BQ15	30BQ15
20V	1N5817 B120 SS12	B220 SK23 SR22

输出电压的设定

输出电压由 FB 管脚端 R_2 与 R_1 构成的电阻分压器决定，其计算公式为：

$$V_{OUT} = 1.25 \times [1 + (R_2 / R_1)]$$

通常可将 R_2 的典型值定为 $10k\Omega$ ，再以此决定 R_1 的值。当然这些电阻的取值也可以高达 $100k\Omega$ ，但是高阻抗的电阻分压器有可能使得反馈节点成为干扰的引入点，尤其是在使用非屏蔽的功率电感时。

工作频率的确定

REX 管脚的外接电阻 R_{ext} 用来决定工作频率，其计算公式为：

$$f_s = 350K \times [1 + 300K / R_{EXT}]$$

当 REX 脚悬空时的工作频率是 350 KHz。

补偿电路的计算

第一步：设定交叉频率点在工作频率的 1/10 处，并据此计算出补偿电阻

$$f_c = G_{cs} * G_{ea} * R_{comp} * \frac{V_{ref}}{V_{out}} * \frac{1}{2\pi * C_{out}} \quad (3)$$

$$R_{comp} = \frac{2\pi * C_{out}}{G_{cs} * G_{ea} * \frac{V_{ref}}{V_{out}}} * \frac{1}{10} * f_s \quad (4)$$

第二步：设定过零点频率 f_{z1} 在交叉频率的 1/4 处，计算补偿电容

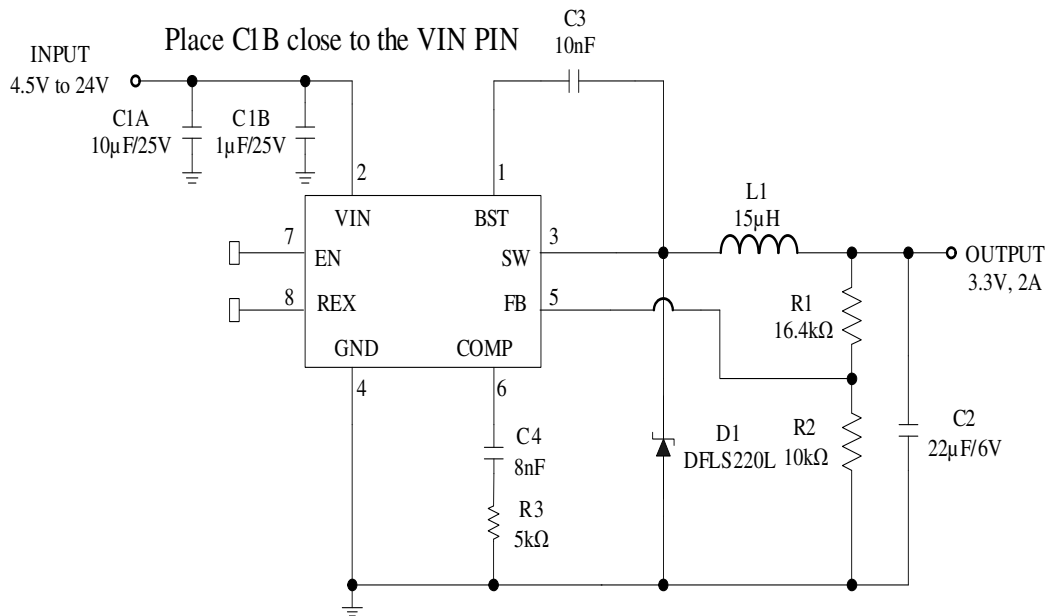
$$C_{comp} = \frac{1}{2\pi R_{comp} * \frac{1}{40} * f_s} \quad (5)$$

第三步：如果由于输出滤波电容的 ESR 过高而出现低于交叉频率 1/4 处的过零点，则需要增加补偿电容 C_{comp2} ，其值为：

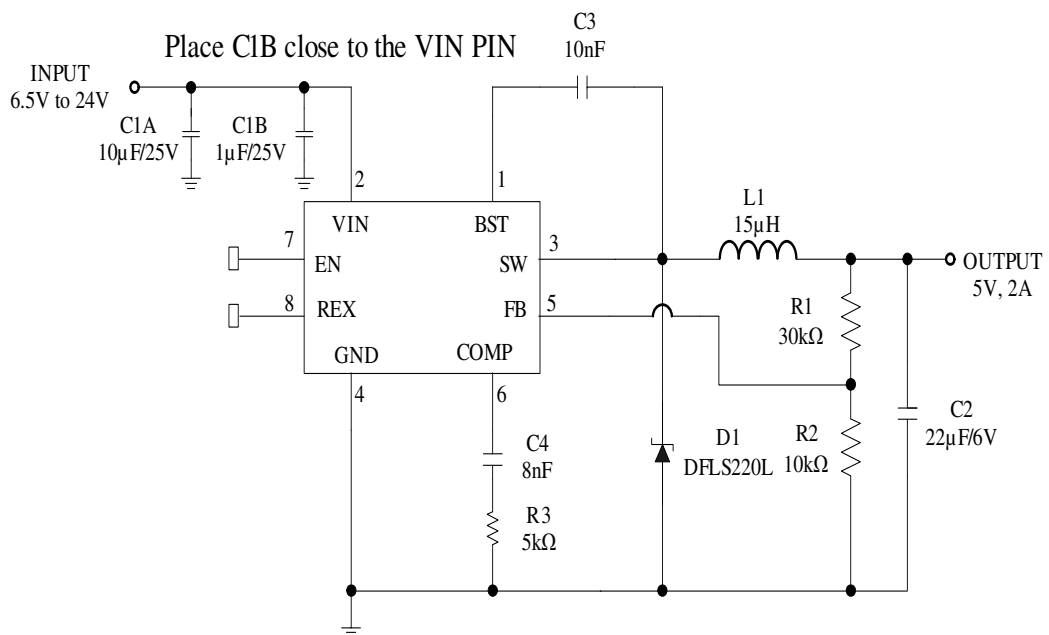
$$C_{comp2} = \frac{C_{out} R_{ESR}}{R_{comp}} \quad (6)$$

典型应用电路

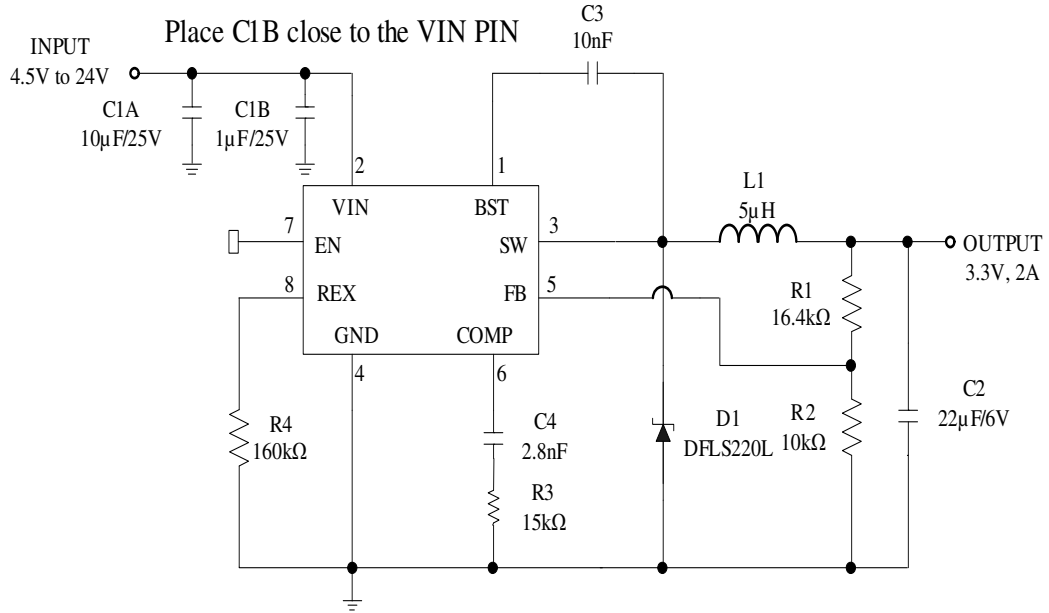
$V_{OUT}=3.3V$, $I_{LOAD}=2A$, $F_{SW}=350KHz$



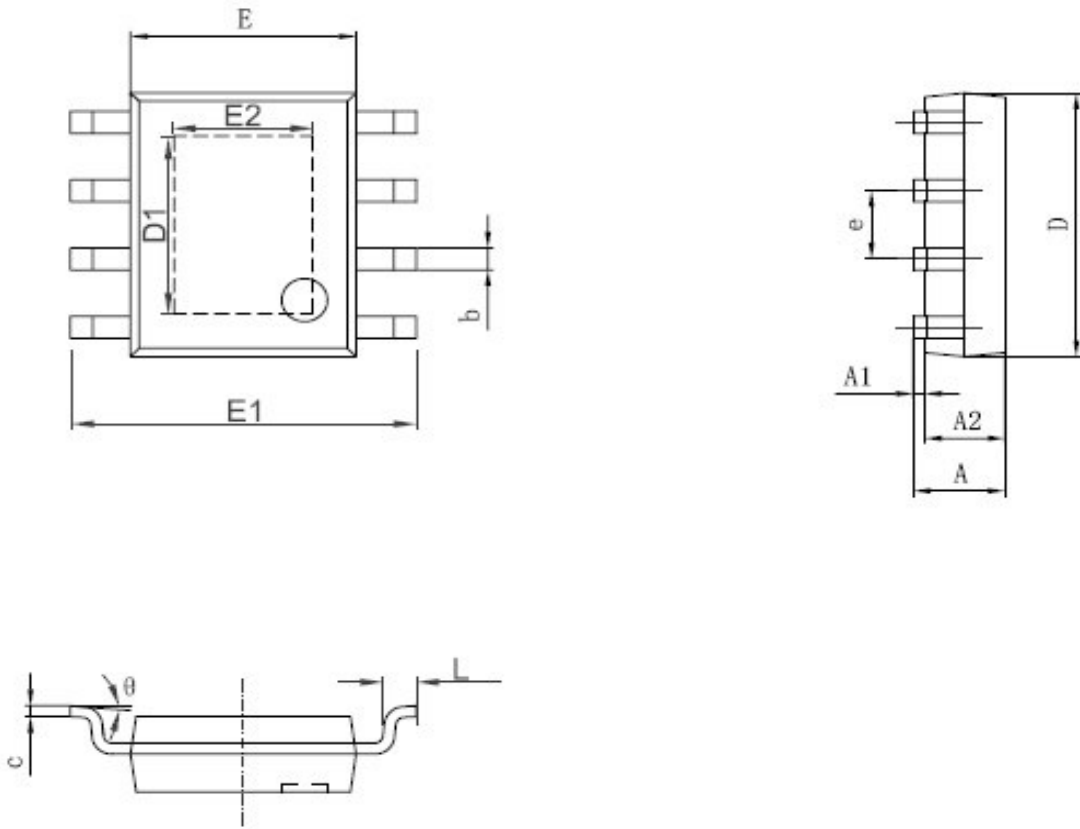
$V_{OUT}=5V$, $I_{LOAD}=2A$, $F_{SW}=350KHz$



$V_{OUT}=3.3V$, $I_{LOAD}=2A$, $F_{SW}=1MHz$



SOP8-PP(EXP PAD) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



字符	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°