

Hi9001 降压恒压 BUCK 控制器

1. 特性

- 宽输入电压范围 4.5~36V
- 2A 连续输出电流
- COT 控制模式
- 最大占空比 98%
- 工作频率 520K
- 轻载 PFM
- MOS 内阻: 135mΩ/85mΩ
- 内部软启动
- 输出电压从 0.6V 可调
- 过流保护、短路打嗝、输出过压保护、FB 短路保护、过温保护
- 封装: SOT23-6

2. 应用领域

- 监控摄像头
- 家用电器
- 多功能打印机
- 汽车
- 工业控制

3. 说明

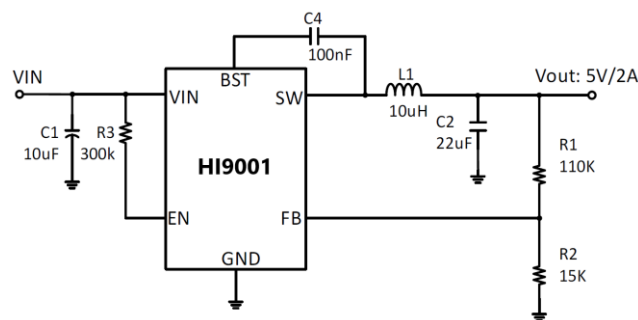
Hi9001 是一款同步降压的 BUCK，内部集成了高、低功率场效应管。Hi9001 持续输出电流可达 2A，并具备快速响应电流模式控制。

Hi9001 轻载降低开关频率减少开关损耗，实现宽负载范围内的高转换效率。Hi9001 具有内置保护功能，如周期限流，打嗝模式短路保护，FB 短路保护，过温保护。

4. 芯片选型

型号	输出电流范围	驱动方式	封装形式	编带数量 (颗/盘)	最高耐压
Hi9001	≤2A	内置 MOS	SOT23-6	3000	38

5. 典型电路



6. 管脚配置

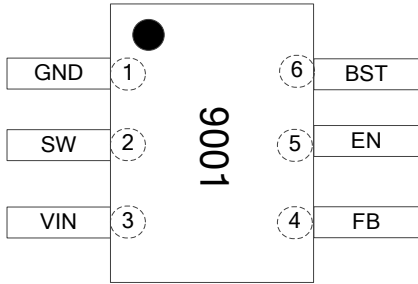


图 5.1 Hi9001 管脚图

编号	管脚名称	功能描述
1	GND	芯片地
2	SW	内部上下 MOS 管半桥连接中点
3	VIN	供电输入
4	FB	输出电压采样反馈
5	EN	使能脚
6	BST	自举电容

7. 极限工作参数（注 1）

符号	说明	范围	单位
VIN	VIN 脚工作电压范围	-0.3~38	V
SW	SW 脚工作电压范围	-0.7(-5V in 10ns)~VIN+0.7	V
EN	最大输入电流	100	uA
BST	BST TO SW	-0.3~6	V
All Other Pins		-0.3~6	V
T _{STG}	存储温度	-55~150	°C
R _{θJA}	PN 结到环境的热阻	100	°C/W
T _J	结温	-40~150	°C
ESD	HBM 人体放电模式	2	KV

注 1: 最大输出功率受限于芯片结温，最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。在极限参数范围内工作，器件功能正常，但并不完全保证满足个别性能指标。



8. 电气特性

(除非特殊说明, 下列条件均为 $T_A=25^{\circ}\text{C}$)

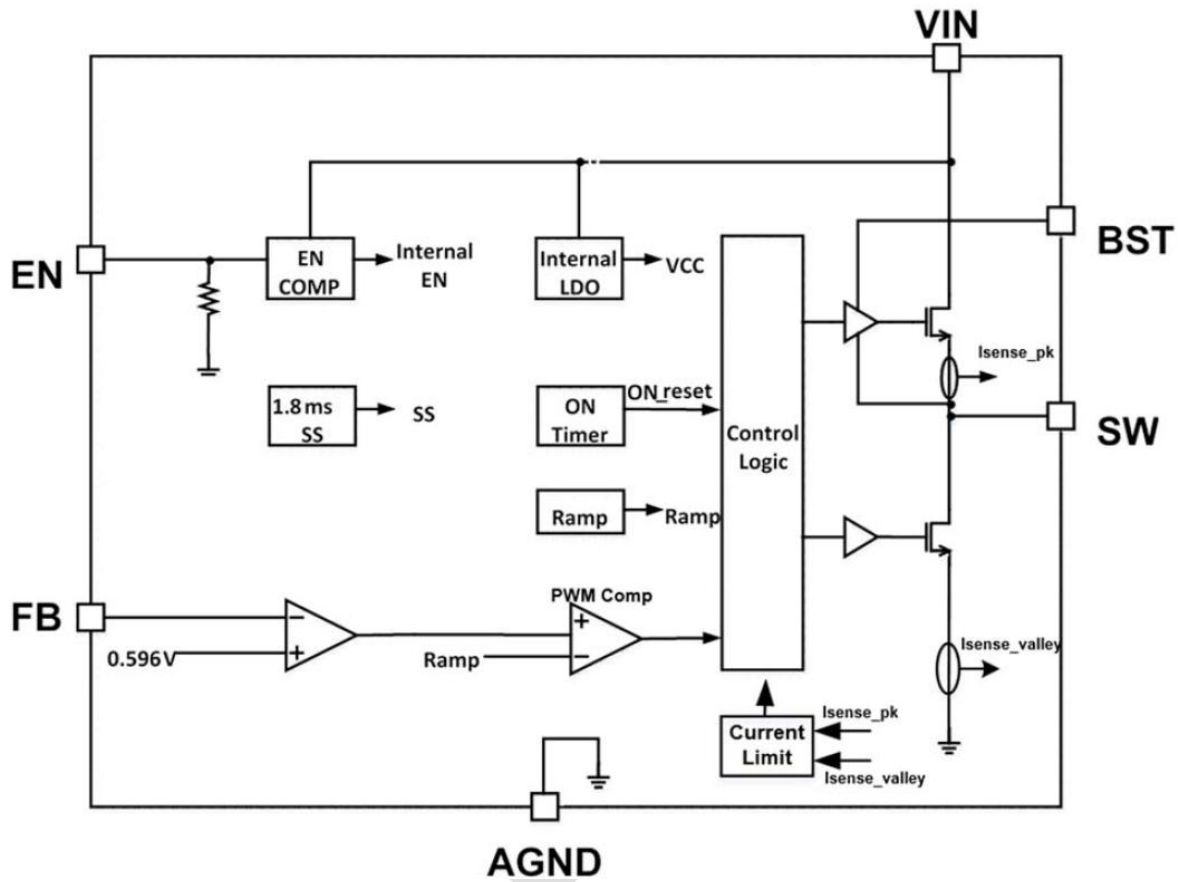
符号	说明	测试条件	范围			单位
			最小	典型	最大	
I_S	关断电流	$V_{EN} < 0.3V$ $V_{IN}=12V$		1	3	μA
I_Q	静态电流	空载, $V_{FB}=0.83V$		160		μA
V_{IN_UVR}	VIN 欠压上升阈值		4.1	4.25	4.4	V
V_{IN_UVF}	VIN 欠压下降阈值		3.85	4.0	4.15	V
$V_{IN_UV_hys}$	欠压锁定迟滞电压			0.25		V
V_{FB}	反馈电压	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$	581	596	611	mV
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	584	596	608	mV
FB_{UVP}	打嗝阈值			280		mV
V_{EN_R}	使能上升阈值	低到高	1.1	1.2	1.3	V
V_{EN_F}	使能下降阈值	高到低	0.8	0.9	1.0	V
V_{EN_Hys}	使能迟滞阈值			0.2		V
R_{EN}	EN 下拉电阻			1500		$k\Omega$
T_{SS}	软启动时间	V_{FB} from 0% to 100%		1.8		mS
F_{SW}	开关频率		440	520	600	KHz
T_{ON_MIN}	最小导通时间			80		nS
T_{OFF_MIN}	最小关闭时间			120		nS
R_{ON_HS}	高侧开关导通电阻	$V_{BST} - V_{SW} = 5V$		135		$m\Omega$
D_{MAX}	最大占空比			98		%
R_{ON_LS}	低侧开关导通电阻	$V_{IN} = 12V$		85		$m\Omega$
LKG_{HS}	高侧开关漏电流	$V_{EN} = 0V$, $V_{SW} = 0V$	-		1	μA
LKG_{LS}	低侧开关漏电流	$V_{EN} = 0V$, $V_{SW} = 12V$			1	μA
I_{LIM_HS}	高侧开关最大电流	$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$	3.6	4.8	5.8	A
I_{LIM_LS}	低侧开关最大电流	$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$	2.3	2.9	3.5	A
T_{OTP_R}	过温保护	输出关闭	-	150	-	$^{\circ}\text{C}$
T_{OTP_Hys}	热关断迟滞			20		$^{\circ}\text{C}$

备注:

- 对于未给定上下限值的参数, 本规范不保证其精度, 但其典型值合理反映了器件性能。
- 规格书的最小、最大参数范围由测试保证, 典型值由设计、测试或统计分析保证。

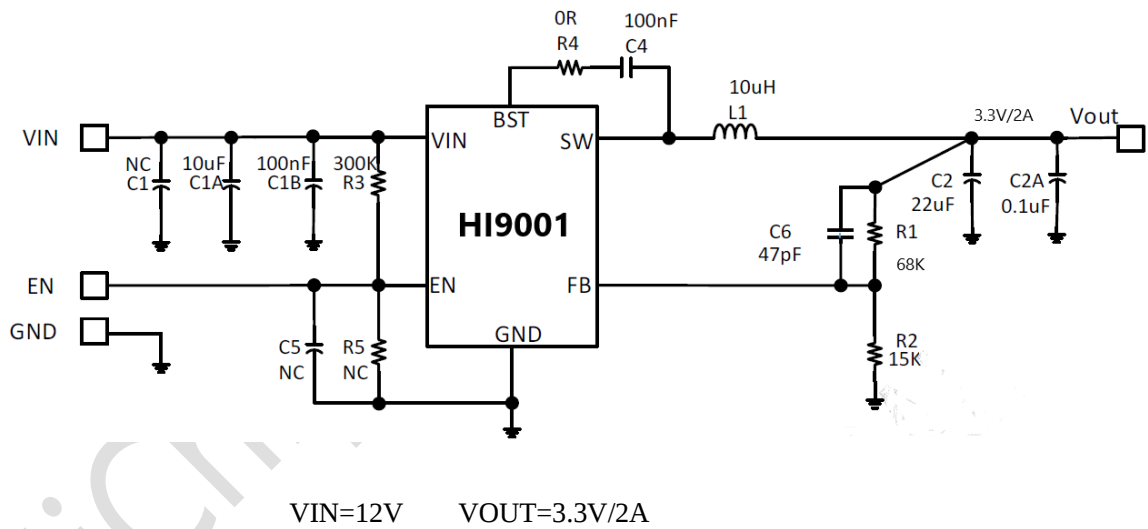
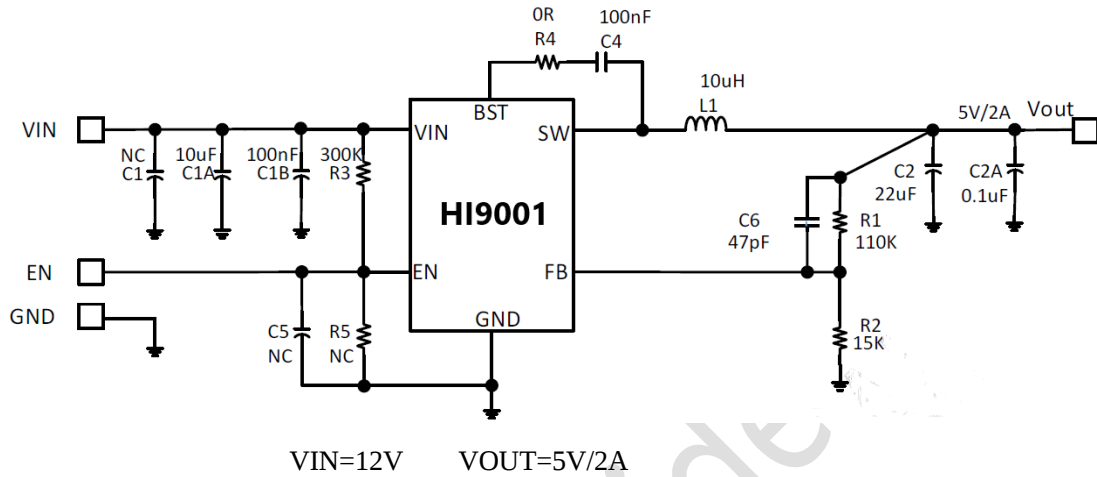


9. 结构框图



10. 应用电路

10.1. 典型应用电路



11. 功能描述

11.1. 脉宽调制(PWM)控制

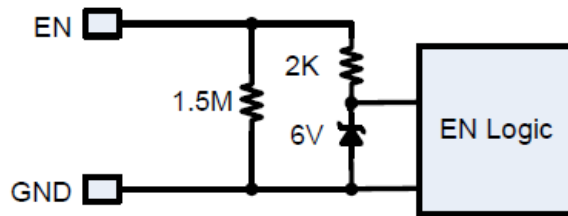
Hi9001 是同步降压开关模式转换芯片。采用 COT 控制模式，可以实现快速瞬态响应，使环路更稳定。占空比由输出电压和输入电压共同决定。

在 TON 周期结束后，HS-FET 关闭。当 VFB 降至 VREF 以下时，HS-FET 再次打开。通过这种方式的重复操作，系统调节输出电压。内部通过 COT 补偿，即使输出电容用陶瓷电容，也能够提供稳定的电压。通过内部补偿，即使空载情况下，也能稳定输出。

11.2. 使能控制

使能(EN)是一个数字控制引脚，打开和关闭调节器。驱动 EN 高打开调节器。驱动低 EN 关闭调节器。EN 到 GND 的内部 $1.7\text{M}\Omega$ 电阻允许 EN 浮动以关闭芯片。EN 内部有 6V 稳压管。

EN 引脚可以通过上拉电阻连接到 VIN，但 EN 输入电流需要低于 $100\text{ }\mu\text{A}$ 。例如，如果 $V_{\text{IN}}=24\text{V}$ ，则 $I_{\text{Zener}}=(24-6)/R_{\text{PULL-UP}}<100\text{ }\mu\text{A}$ ，则 $R_{\text{PULLUP}}>180\text{ k}\Omega$ 。



11.3. 欠压锁定

欠压锁定(UVLO)是在供电不足时保护芯片。Hi9001 内部通过 UVLO 比较器监测输入电压。UVLO 上升阈值约 4.2V ，下降阈值约 3.9V 。

11.4. 内部软启动

软启动(SS)防止转换器输出电压在启动过程中超调。当芯片启动时，内部电路产生一个软启动电压(VSS)，从 0V 上升到 1V 。当 VSS 低于 REF 电压时，以 VSS 为基准，因此误差放大器使用 VSS 作为参考。当 VSS 超过 REF 电压，误差放大器以 REF 电压为参考。VSS 时间在内部设置为 1.8ms 。



11.5. 过流保护(OCP)和短路保护(SCP)

Hi9001 具有谷底限流控制功能。在低侧 LS-FET 开启期间, 监测电感电流。当检测到电感电流达到谷底电流极限时, LS-FET 触发极限比较器。系统进入过流保护 (OCP) 模式, 高侧 HS-FET 等待谷底限流消失后再重新开启。在 HS-FET 通电期间, 电感电流与峰值限流进行比较。如果峰值电流限制被触发, Ton 脉冲将立即终止。输出电压下降, 直到 VFB 低于欠压 (UV) 阈值 (通常低于参考值 20%)。一旦 UV 被触发, Hi9001 进入打嗝模式, 定期重新启动部件。在 OCP 过程中, 系统会以打嗝模式尝试从过流故障中恢复。在 hiccup 模式下, 芯片关闭输出, 一段时间后, 尝试再次软启动。如果软启动结束后过流状态仍然存在, 则系统重复此操作循环, 直到过流状态消除, 输出恢复到正常。OCP 是一种非门锁保护。

11.6. 输出过压保护

Hi9001 具有输出过电压保护功能。如果输出电压高于设定电压, IC 将停止工作, 避免输出电压超调。

11.7. 输入过压保护

Hi9001 实现了输入过压保护。如果输入电压超过 39V, IC 将停止工作。这将增加集成电路对输入浪涌电压的耐受性。在输入过电压条件下, 当输入电压降至 38V 以下时, IC 软启动后重新启动开关, 输出电压恢复到调整值。

11.8. 大占空比模式

当 VIN 接近 VOUT 时, 达到最小 Toff 时间, 扩频电路将被触发, Hi9001 自动提高频率。Hi9001 支持高达 98% 的占空比。

11.9. 过温保护

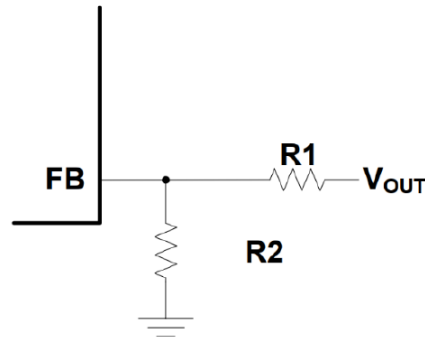
热关闭防止芯片在极高的温度下工作。当芯片温度超过其上限阈值时, 整个芯片关闭。当温度低于其下限阈值时, 芯片将重新启动。



12. 应用说明

12.1. 设置输出电压

Hi9001 输出电压可以通过外部电阻分压器设置。参考电压固定在 0.6V。反馈电路及公式如下图所示：



$$V_{OUT} = V_{FB} (R_1 + R_2) / R_2$$

12.2. 电感选择

对于大多数应用，应使用直流额定电流至少高于最大负载电流25%的3.3μH ~ 47μH电感。为了达到最高的效率，使用直流电阻小的电感器。

对于大多数设计，电感值可由式得到：

$$L = \frac{V_{OUT} * (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} * \Delta I_L * F_{OSC}}$$

其中ΔIL为电感纹波电流。

选择电感纹波电流约为最大负载电流的30%。最大电感峰值电流可由式计算得到：

$$I_{L(MAX)} = I_{LOAD} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

表1列出了常用输出电压的关键零部件参考值。

表 1:通用输出电压的关键零部件参考值

V _{OUT} (V)	R1 (kΩ)	R2 (kΩ)	L (μH)	C _{OUT} (uF)
5	110	15	10	22
3.3	68	15	10	22



12.3. 选择输出电容

输出电容(C2, C3)维持直流输出电压纹波。使用陶瓷, 钽或低ESR电解电容器。为了达到最好的效果, 使用低ESR电容来保持输出电压纹波低。输出电压纹波的估计公式为:

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{F_{OSC} * L} * (1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}) * (R_{ESR} + \frac{1}{8 * F_{OSC} * C_{OUT}})$$

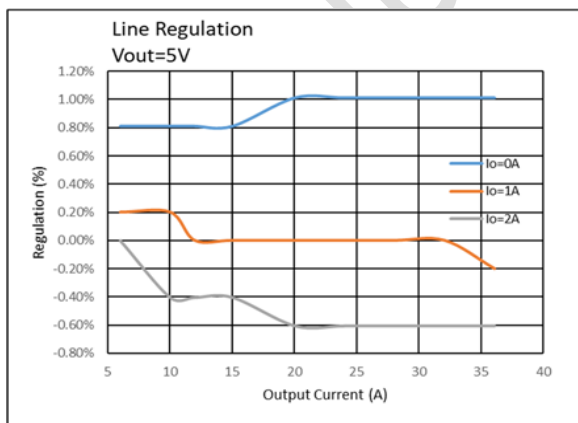
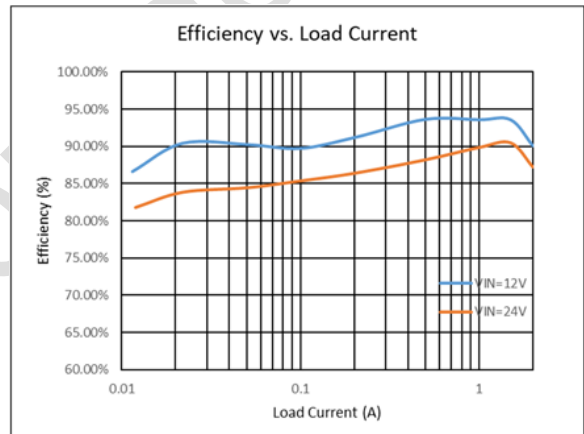
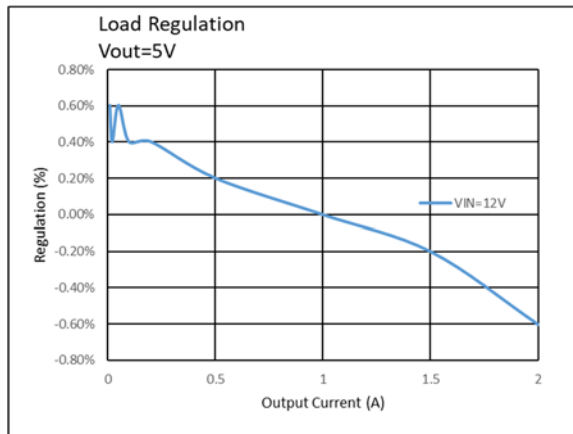
其中L为电感值, RESR为输出电容的等效串联电阻(ESR)值。

输出电容的特性也会影响调节系统的稳定性。Hi9001可以优化为一个广泛的电容和ESR值。

13. 典型特性曲线

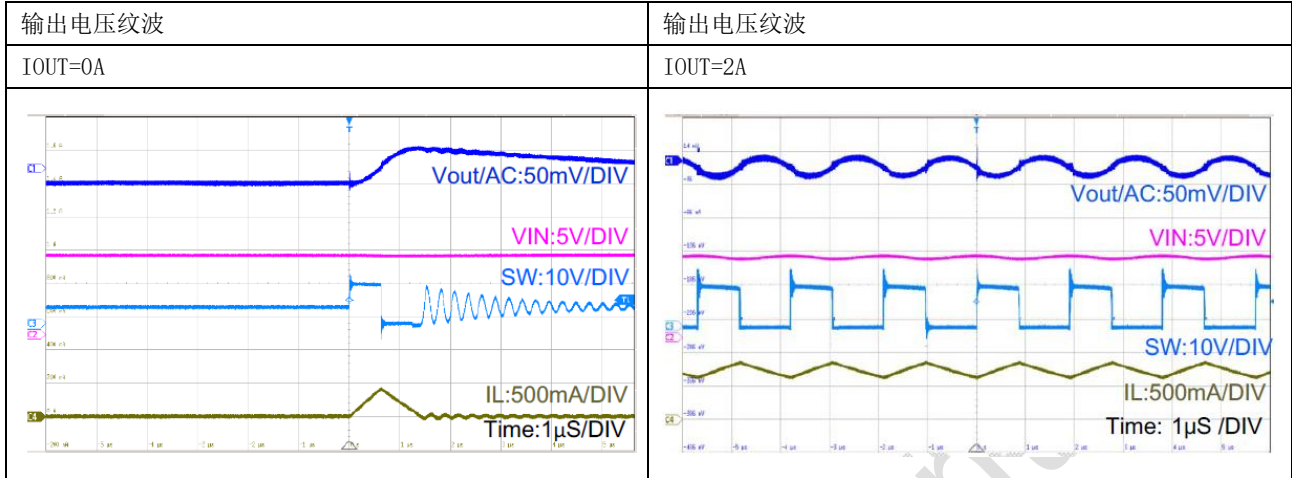
测试条件: $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 5\text{V}$, $C_1 = 10\mu\text{F}$, $C_2 = 22\mu\text{F}$, $L_1 = 10\mu\text{H}$

典型曲线



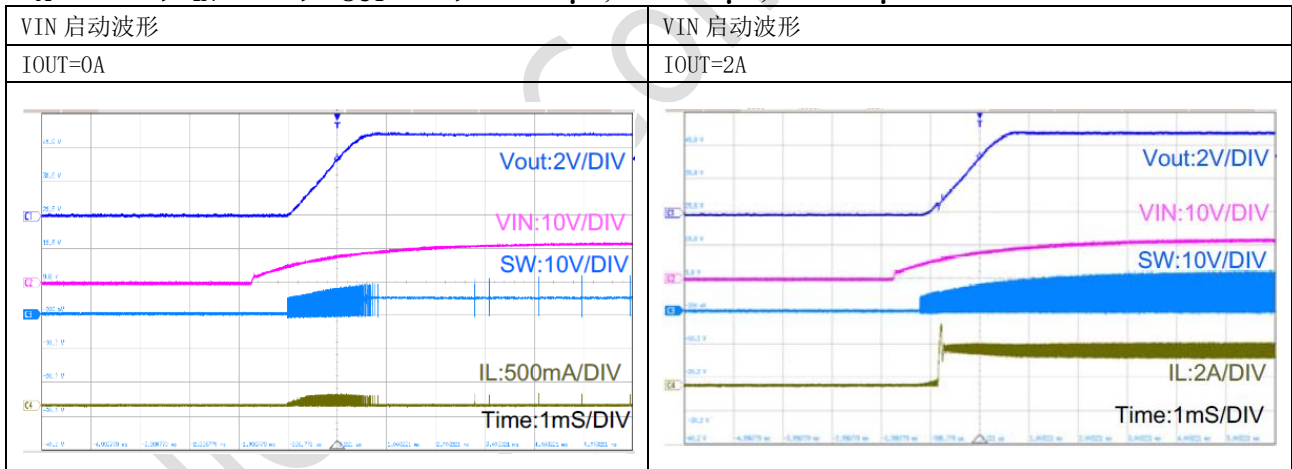
13.1. 稳态波形

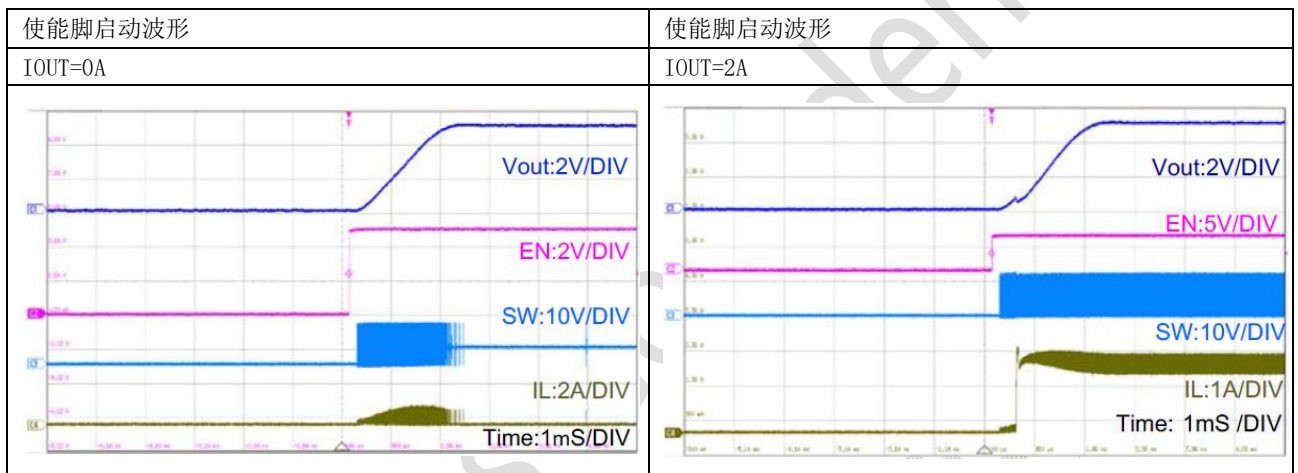
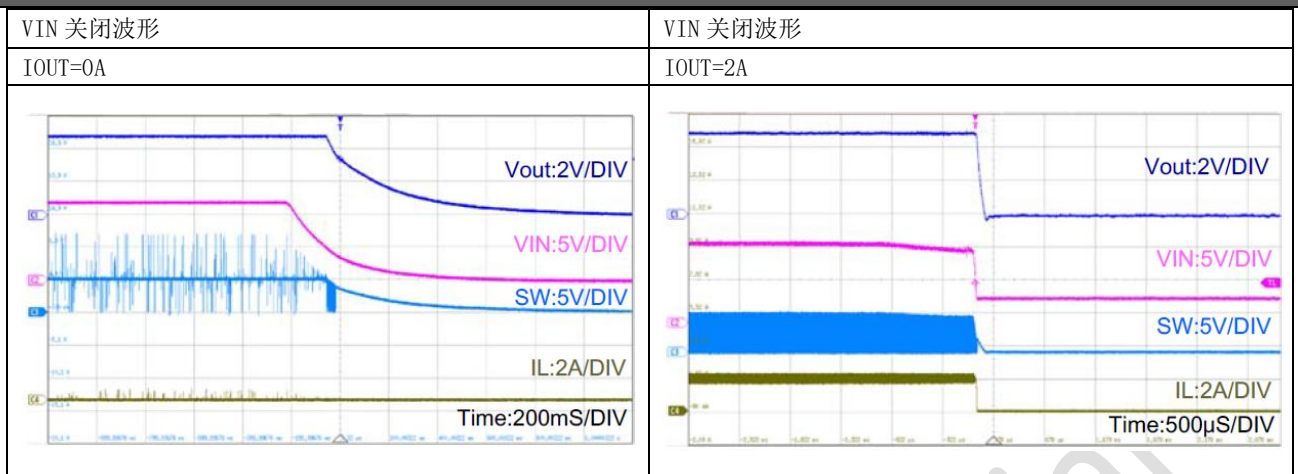
$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 5\text{V}$, $C1 = 10\mu\text{F}$, $C2 = 22\mu\text{F}$, $L1 = 10\mu\text{H}$

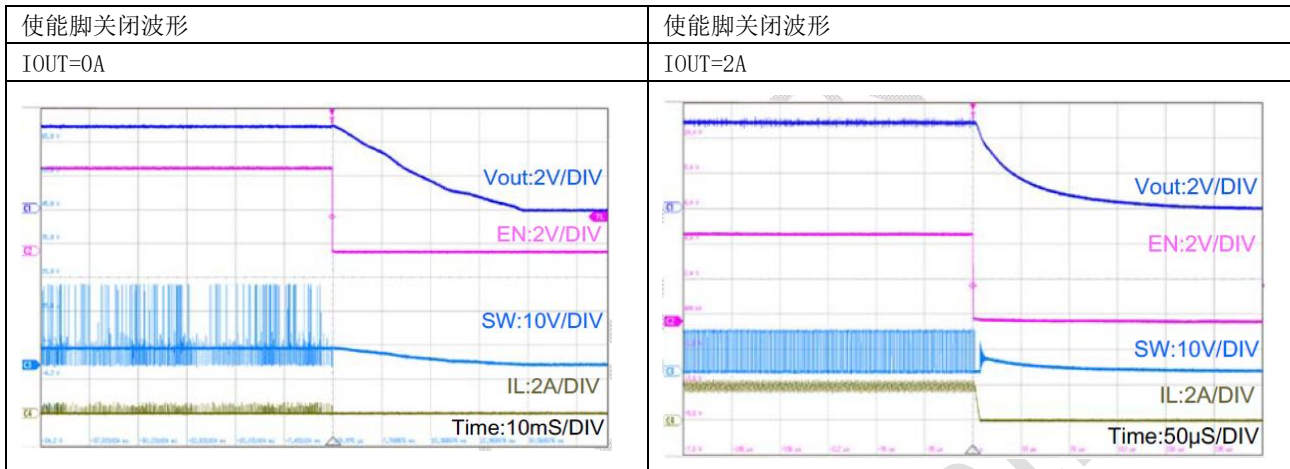


13.2. 开关机波形

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 5\text{V}$, $C1 = 10\mu\text{F}$, $C2 = 22\mu\text{F}$, $L1 = 10\mu\text{H}$

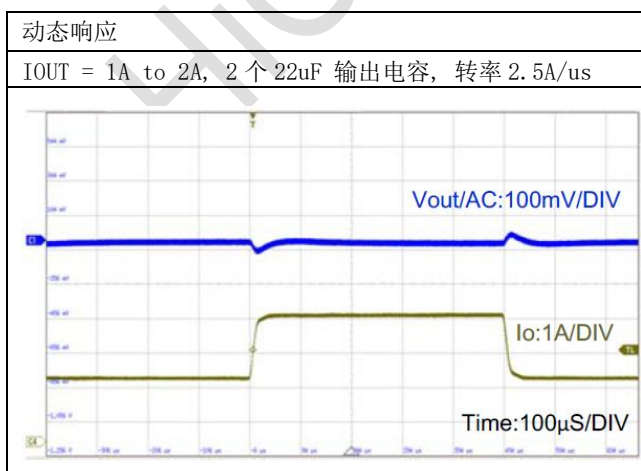
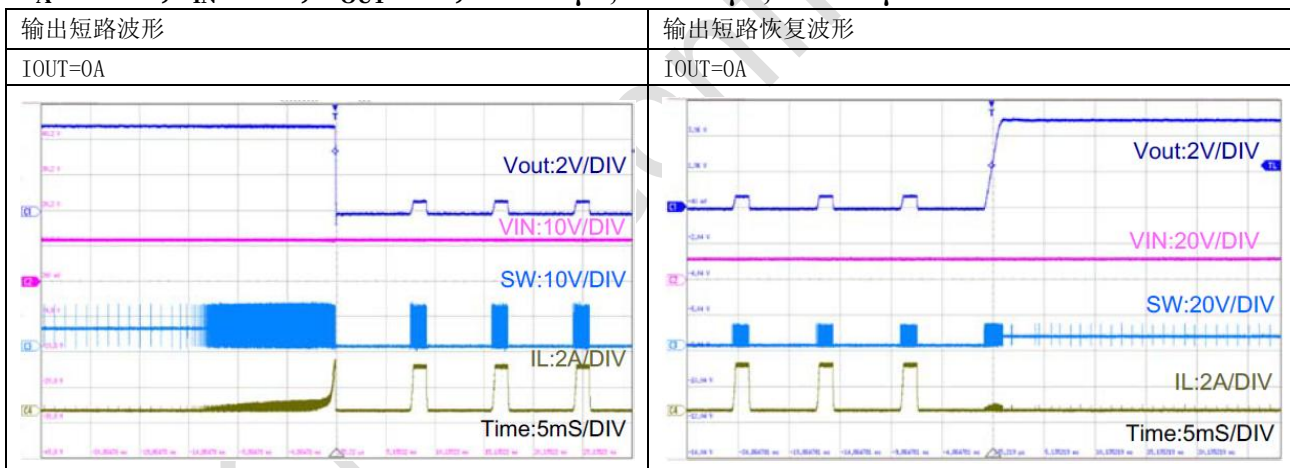






13.3. 输出短路波形

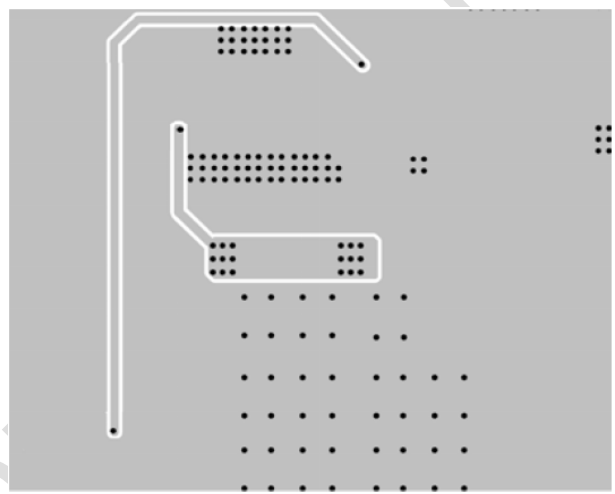
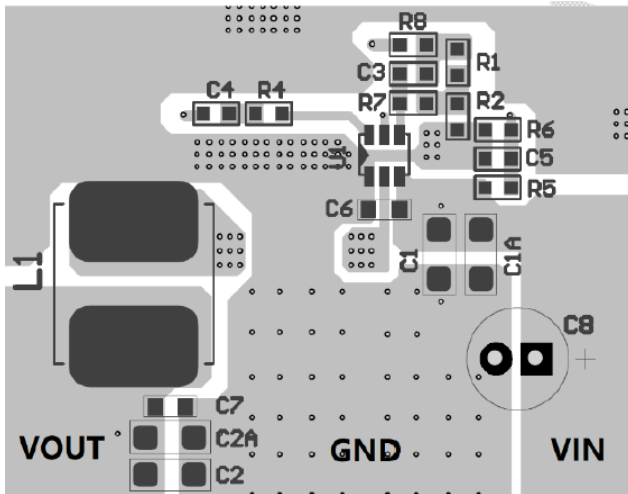
$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 5\text{V}$, $C1 = 10\mu\text{F}$, $C2 = 22\mu\text{F}$, $L1 = 10\mu\text{H}$



14. PCB 设计注意事项

开关电源的有合理布局对开关电源的稳定运行至关重要。对于高频开关转换器，布局设计不良可能会导致线路或负荷调节差和稳定的问。为获得最佳效果，请参考下图并遵循以下指导方针。

- 1.输入电容尽可能靠近VIN和GND。
- 2.将外部反馈电阻尽可能靠近FB。
- 3.保持开关节点(如SW、BST)远离反馈电路。
- 4.在裸露的铜箔处增加热通孔网格，以提高热导率。



15. 封装信息

