

最大功率 65W 的高效同步降压转换器

1 特性

- 同步开关降压转换器
 - ✧ 集成双 NMOS 转换器
 - ✧ 宽输入工作电压范围：4.5V 到 36V
 - ✧ 支持采样电阻短路保护功能
 - ✧ 兼容低 ESR 输出电容器
 - ✧ 输出具有 CV/CC 特性
- 多重保护、高可靠性
 - ✧ 输入过压、输入欠压
 - ✧ 输出短路、输出过流保护
 - ✧ 过温保护
 - ✧ ESD 4KV
 - ✧ VIN 直流耐压 42V

2 应用

- 车载充电器
- 适配器
- 智能排插
- 行车记录仪

3 简介

IP6551_FB 是一款集成同步开关的降压转换器，为车载充电器、适配器、智能排插、行车记录仪提供完整的解决方案。

IP6551_FB 支持最大 36V 输入电压，支持采样电阻短路保护功能。

IP6551_FB 支持 FB 调压方式，根据方案需要通过外围电路设定输出电压；

IP6551_FB 的输出具有 CV/CC 特性，当输出电流小于设定值，输出 CV 模式，输出电压恒定；当输出电流大于设定值，输出 CC 模式，输出电压降低。

IP6551_FB 具有软启动功能，可以防止启动时的冲击电流影响输入电源的稳定。

IP6551_FB 有多种保护功能，具有输入过压、欠压保护，输出过流、过压、欠压、短路保护等功能。

IP6551_FB 采用 QFN32(5*5)封装。

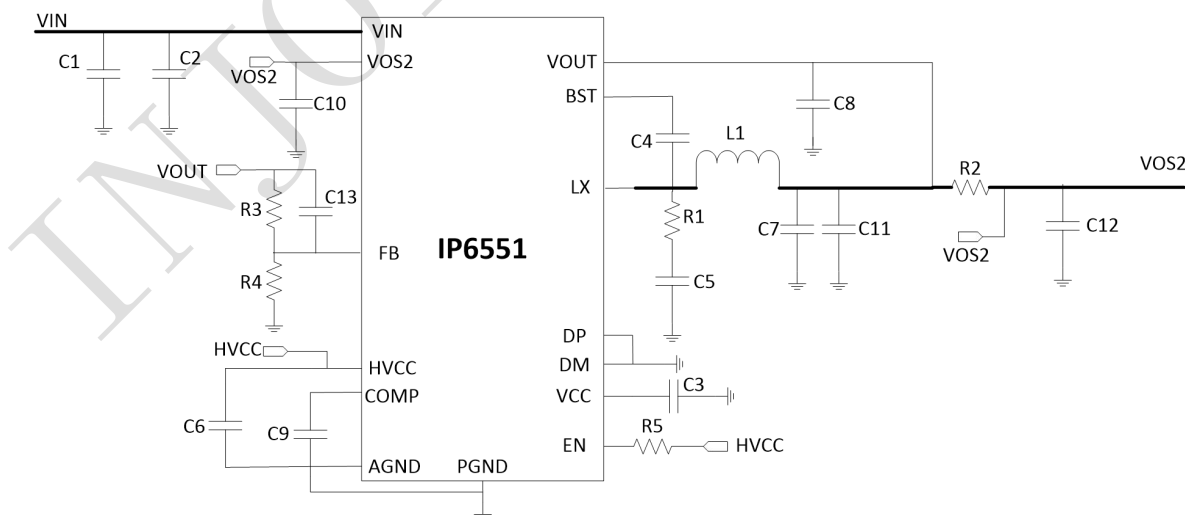


图 1 IP6551_FB 外部反馈输出应用原理图

目录

1 特性	1
2 应用	1
3 简介	1
4 典型应用原理图	3
5 IP 系列型号选择表	4
5.1 车充 IC	4
5.2 IP6551_FB 型号选择表	5
6 引脚定义	6
7 芯片内部框图	7
8 极限参数	8
9 推荐工作条件	8
10 电气特性	9
11 功能描述	10
11.1 同步开关降压转换器	10
11.2 输出 CC /CV 特性	11
11.3 输出 CC 电流设定	11
11.4 保护功能	12
11.5 EN PIN 功能	12
11.6 FB 调压	12
12 应用说明	13
12.1 输入电容选择	13
12.2 电感选择	13
12.3 输出电容选择	13
13 BOM 表	14
14 PCB 布局注意事项	15
15 封装信息	16
16 责任及版权申明	17

4 典型应用原理图

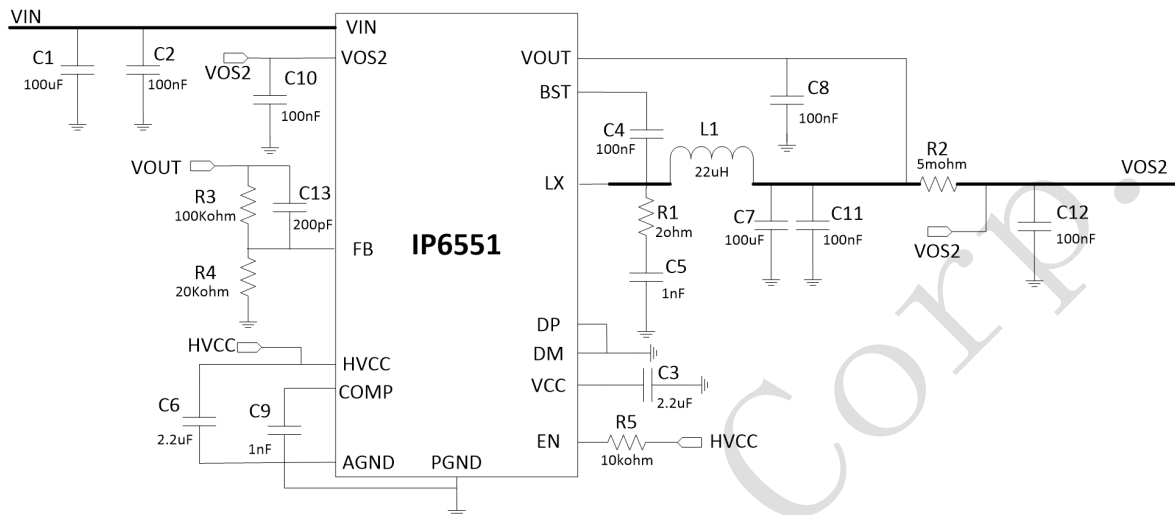


图 2 IP6551_FB 外部反馈输出应用原理图

说明:

- (1) 通过在 FB 拉或者灌电流实现 VOS2 电压控制限流的方案中，需要在控制器件的 FB 串接 2kohm 电阻连接至 IP6551_FB 的 FB 引脚。
- (2) IP6551_FB 通过 VOUT 和 VOS2 之间的 5mohm 采样电阻做输出限流。
- (3) IP6551_FB 器件开启了 EN PIN 控制 DCDC 开启和关断的功能,若不需要此功能,可以将 EN PIN 经 10K 电阻连接到 HVCC

5 IP 系列型号选择表

5.1 车充 IC

IC 型号	放电 电流	双 路	支持的协议										封装	
			DCP	QC2.0	QC3.0	FCP	SCP	AFC	MTK PE	SFCP	PD2.0	PD3.0 (PPS)	规格	兼容
IP6536	2.4A	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ESOP8	PIN2PIN
IP6523S_N	3.4A	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ESOP8	
IP6520TQ	18W	-	√	√	√	√	-	√	-	-	-	-	ESOP8	PIN2PIN
IP6525T	18W	-	√	√	√	√	-	√	-	-	-	-	ESOP8	
IP6525S	18W	-	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	ESOP8	
IP6525S_OC	18W	-	√	√	√	√	√	√	-	√	-	-	ESOP8	
IP6520	18W	-	√	√	√	√	√	√	√	-	√	-	ESOP8	PIN2PIN
IP6520_PPS	18W	-	√	√	√	√	√	√	√	-	√	√	ESOP8	
IP6520T	20W	-	√	√	√	√	-	√	-	-	√	-	ESOP8	
IP6520T_PPS	20W	-	√	√	√	√	-	√	-	-	√	√	ESOP8	
IP6520_30W	30W	-	√	√	√	√	√	√	√	-	√	-	ESOP8	
IP6520_30W_PPS	30W	-	√	√	√	√	√	√	√	-	√	√	ESOP8	
IP6537_C	18W	-	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	QFN24	PIN2PIN
IP6537_C_30W20V	30W	-	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	QFN24	
IP6538U_AA	24W	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	QFN32	PIN2PIN
IP6538U_AC	27W	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√	√	QFN32	
IP6538U_CC	27W	√	√	√	√	√	-	√	√	-	√	√	QFN32	
IP6527U_A	24W	-	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	QFN32	PIN2PIN
IP6527U_C	27W	-	√	√	√	√	-	√	√	-	√	√	QFN32	

5.2 IP6551_FB 型号选择表

型号名	功能说明
IP6551_FB	FB 调压，最大输出电流 3.25A（5mohm 采样电阻）。

6 引脚定义

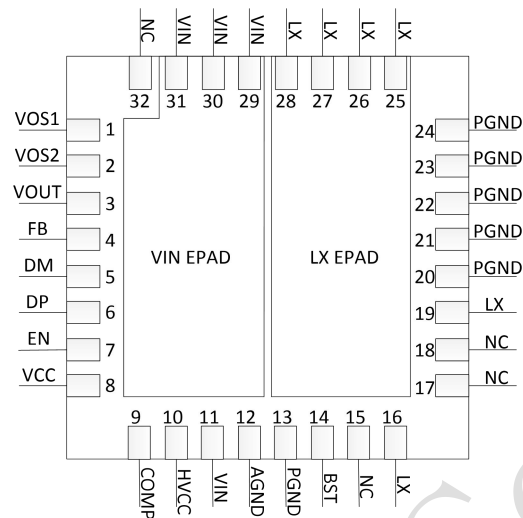


图 3 IP6551 (QFN32)引脚图

PIN 列表:

引脚		描述
序号	名称	
1	VOS1	VOUT1 输出电流检测负端
2	VOS2	VOUT2 输出电流检测负端
3	VOUT	输出电压反馈引脚/输出电流检测正端
4	FB	输出电压外部反馈引脚
5	DM	协议识别 DM 引脚
6	DP	协议识别 DP 引脚
7	EN	DCDC 使能引脚
8	VCC	VCC LDO 输出引脚
9	COMP	控制环路补偿引脚
10	HVCC	驱动用的电源输出引脚
11/29/30/31	VIN	输入供电引脚
12	AGND	地引脚
13/20/21/22/23/24	PGND	功率地引脚
14	BST	自举电容连接点
15/17/18/32	NC	浮空引脚
16/19/25/26/27/28	LX	DCDC 开关节点, 连接电感

7 芯片内部框图

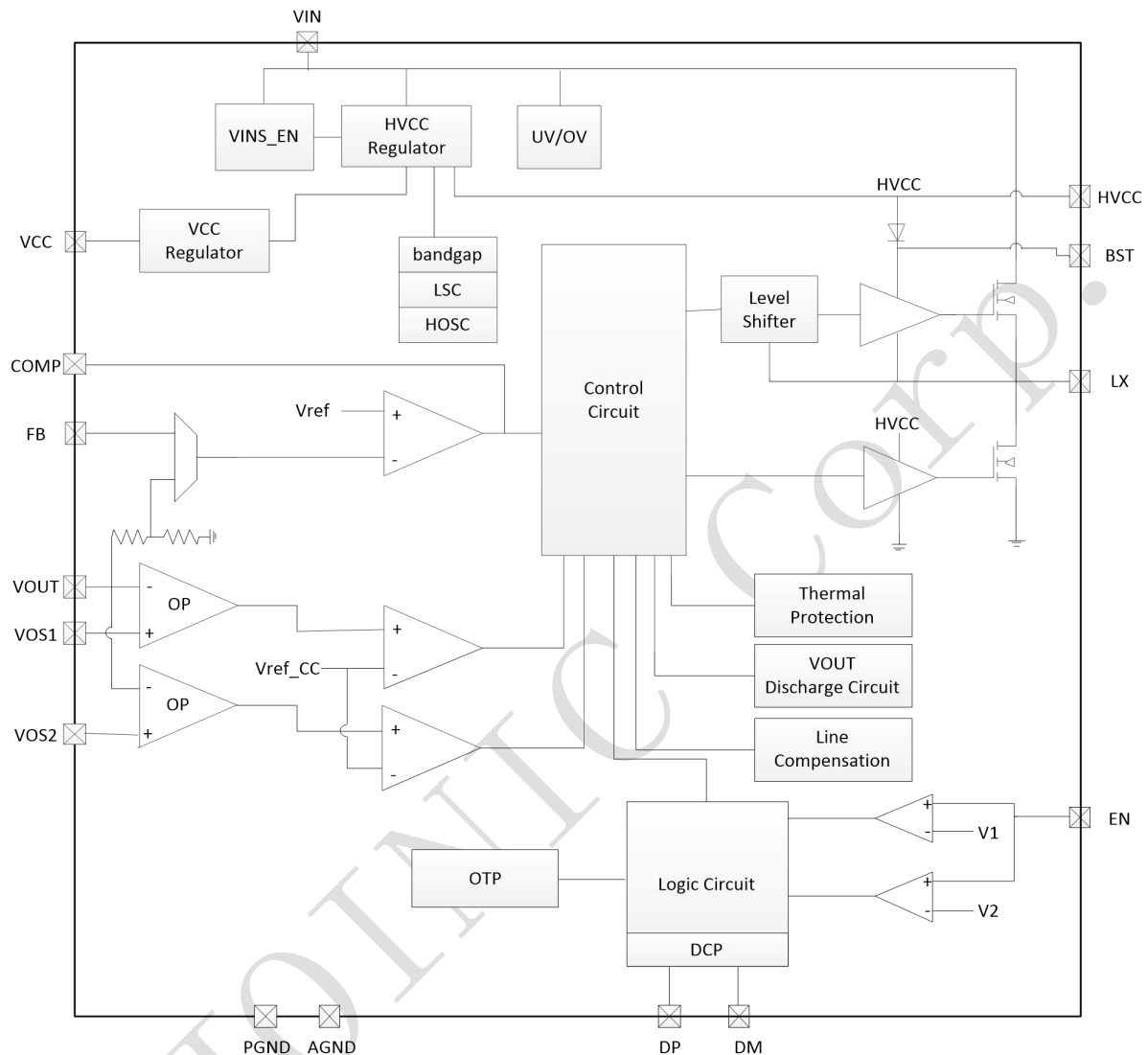


图4 IP6551 内部框图

8 极限参数

参数	符号	值	单位
输入电压范围	V_{IN}	-0.3 ~ 42	V
LX 电压范围	V_{LX}	-0.3 ~ $V_{IN}+0.3$	V
BST 电压范围	V_{BST}	-0.3 ~ 44	V
VOUT 电压范围	V_{VOUT}	-0.3 ~ 24	V
DM/DP 等电压范围	$V_{DM/DP}$	-0.3 ~ 6	V
结温范围	T_J	-40 ~ 150	°C
存储温度范围	T_{stg}	-55 ~ 150	°C
工作环境温度范围	T_A	-40 ~ 120	°C
热阻（结温到环境）	θ_{JA}	40	°C/W
人体模型（HBM）	ESD	4	KV

*高于绝对最大额定值部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害，在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

9 推荐工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	V_{IN}	4.5		36	V

*超出这些工作条件，器件工作特性不能保证。

10 电气特性

除特别说明，测试器件为 IP6551_FB，电感为 22uH，VIN=12V，VOUT=5V

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入系统						
输入电压	V _{IN}		4.5		36	V
输入欠压阈值	V _{IN-UV}	上升电压	4.3	4.5	4.65	V
	V _{IN-UV-TH}	迟滞电压		0.4		V
输入过压阈值	V _{IN-OV}	上升电压	35	36	38	V
	V _{IN-OV-TH}	迟滞电压		0.8		V
输入静态电流	I _Q	VIN=12V, VOUT=5V@0A, no switching		0.2	0.6	mA
关断功耗	I _{SD}	VIN=12V, EN=0V		20		uA
驱动系统						
上管导通电阻	R _{DS(ON)}			10		mΩ
下管导通电阻	R _{DS(ON)}			10		mΩ
最大占空比	D _{HG_MAX}	VIN=12V, F _S =127kHz		97.8		%
开关频率	F _S	VIN=12V, VOUT=5V	120	127	137	kHz
输出系统						
输出电压	V _{OUT}	通过 VOUT PIN 电压反馈	3		21	V
输出电压纹波	ΔV _{OUT}	VIN=24V, VOUT=5V@3A C _{out} 为 100uF 固态电容	70	80	90	mV
软启动时间	T _{SS}	VIN=12V, VOUT=5V, 空载		3		ms
输出 CC 模式最大电流	I _{OUT}	IP6551_FB 输出电流		3.25		A
输出打嗝重启电压	V _{OUT}	输出进入 CC 模式后，输出打嗝重启电压		2.8		V
热关断温度	T _{OTP}	温度上升器件关断的温度		150		°C
热关断温度迟滞	ΔT _{OTP}	温度下降器件开启的迟滞		40		°C
VCC LDO 输出						
VCC 输出电压	V _{VCC}			3.3		V
VCC 带载能力	I _{VCC}				20	mA
EN PIN						
EN 输入开启电压	V _{EN-ON}	EN 输入电压上升器件开启的电压		2.0		V
EN 输入迟滞电压	V _{EN-TH}	EN 输入电压上升器件开启的迟滞		0.2		V
EN 输入开启延时	T _{EN-ON}	EN 输入为高至 DCDC 开启延时时间		800		us
EN 输入关断延时	T _{EN-OFF}	EN 输入为低至 DCDC 关断延时时间		100		us

11 功能描述

11.1 同步开关降压转换器

IP6551_FB 集成一个支持宽输入电压，高效率的同步开关降压转换器，输入电压范围是 4.5V~36V，输出电压范围 3.0~21V。

IP6551_FB 支持采样电阻短路保护功能。

IP6551 内置有功率开关管，工作时的开关频率是 127kHz。

IP6551_FB 具有软启动功能，防止在启动时的冲击电流过大引起故障。VIN=24V，5V 空载输出的软启动时间为 3ms。

VIN=24V，VOUT=5V，带载 3A 的转化效率为 95.4%。

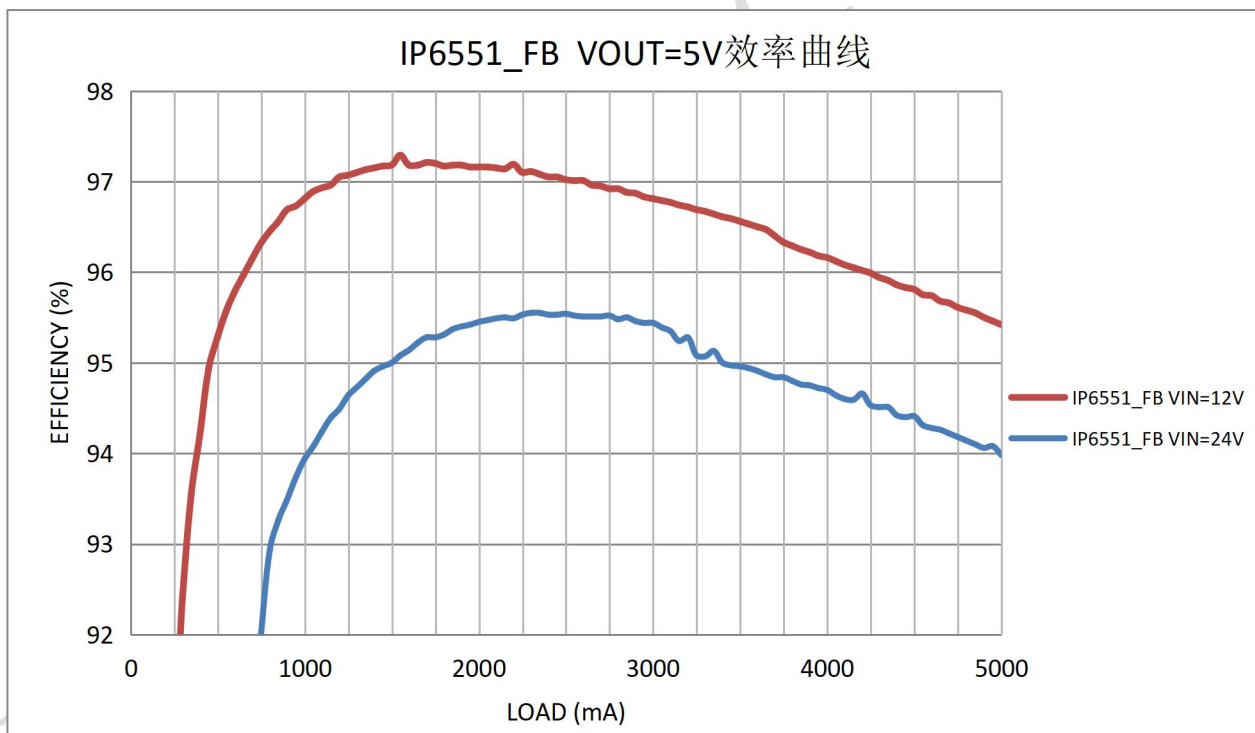


图 5 IP6551_FB VOUT=5V 输出效率曲线

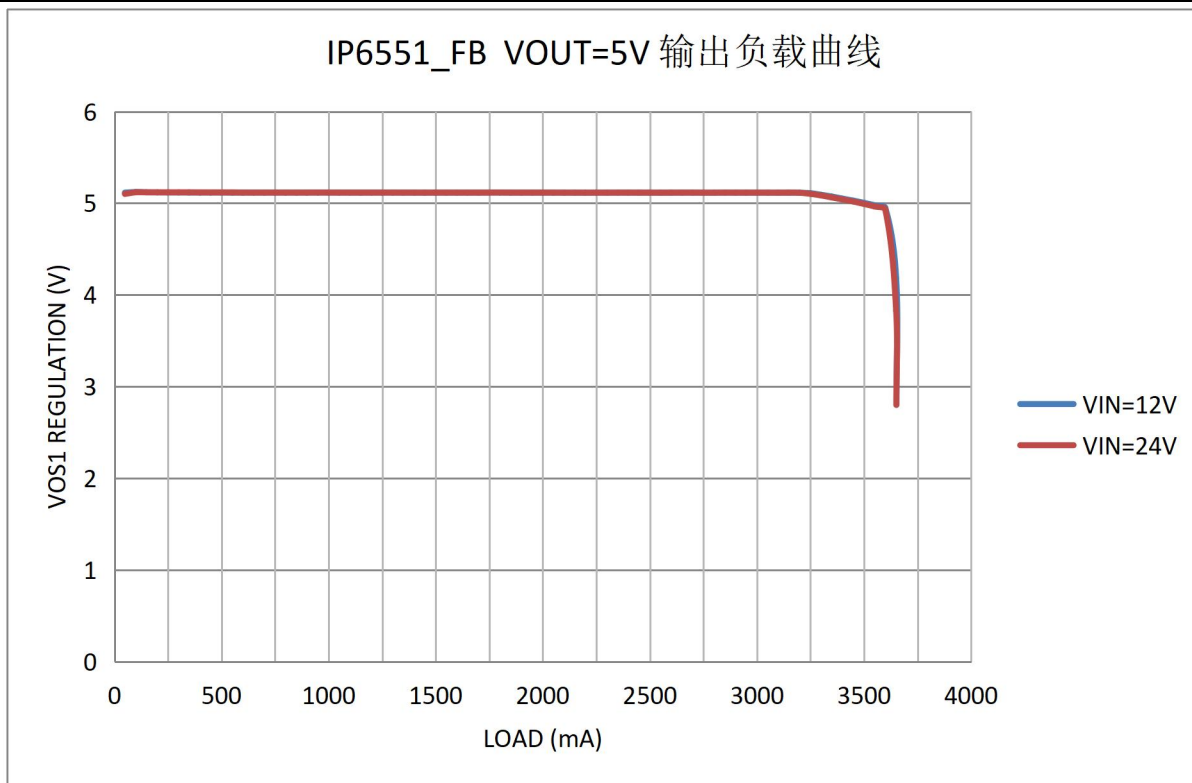


图 6 IP6551_FB VOUT-IOOUT 曲线

11.2 输出 CC /CV 特性

IP6551_FB 输出具有 CV/CC 特性：当输出的负载电流小于设定值，输出 CV 模式，输出电压恒定；当负载电流大于设定值，进入 CC 模式，输出电压开始下降；负载电流继续增加，输出电压快速降低，直到触发输出电压欠压保护。

11.3 输出 CC 电流设定

IP6551_FB 可以通过调节 VOUT 和 VOS2 之间的 5mohm 电阻来调节 VOUT2 输出限流大小，如下图所示。通过检测 VOUT 和 VOS2 之间的电压差，来判断当前负载电流是否到设定电流大小。

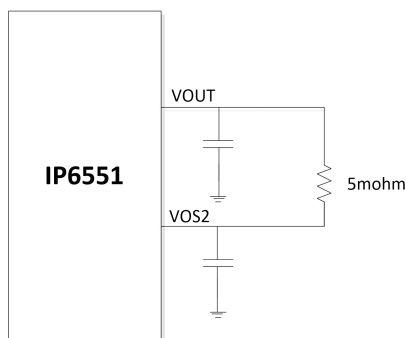


图 7 IP6551_FB 的输出限流电路图

当改变 5mohm 的电流检测电阻后，对应的输出限流大小也会改变。

在 PCB layout 时，要特别注意 VOUT 和 VOS2 的走线，需要从 5mohm 电阻两端直接引出，防止引入 PCB 走线阻抗，从而引起 IC 限流偏差。

对于 5mohm 电阻的选择也要考虑电阻的精度，需要选用温度系数好（100ppm）、1%精度的电阻。

11.4 保护功能

IP6551_FB 会检测 VIN 电压，如果 VIN 电压低于 4.5V，IP6551_FB 进入 standby，关断输出。

IP6551_FB 具有输入过压保护功能：当 VIN 上升超过 36V，IP6551_FB 检测到输入过压，关断输出；当 VIN 再次下降到 35.6V，IP6551 才认为输入正常，打开输出。

IP6551_FB 具有输出欠压保护功能：当 VOUT 输出降低到 2.8V，关闭输出，过 2s 后打嗝重启。

IP6551_FB 具有短路保护功能，VOUT 电压如低于 2.8V，则 IP6551_FB 认为输出有短路，关闭输出，过 2s 后打嗝重启。

IP6551_FB 具有过温保护功能：当 IP6551_FB 检测到芯片温度达到 150℃，会关闭输出；当温度下降到 110℃，IP6551_FB 才认为温度恢复正常，重新打开输出。

11.5 EN PIN 功能

IP6551_FB 支持 EN PIN 控制器件开启和关断，EN PIN 内部无上下拉，需要外部控制给确定的电压来控制。当器件检测到 EN PIN 电压大于 EN 输入上阈值后，开启 DCDC；当器件检测到 EN PIN 电压低于 EN 输入下阈值后，关断 DCDC。

11.6 FB 调压

IP6551_FB 支持 FB 调压的功能，FB 电压为 0.84V，电路如下：

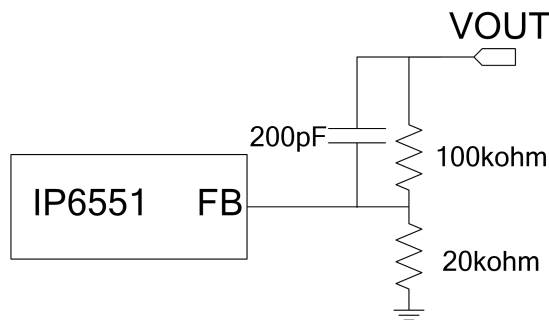


图 8 IP6551_FB 的 FB 反馈电路图

IP6551_FB 在方案中可根据需要调节与 FB 连接的反馈电阻比值，以得到合适的输出电压

12 应用说明

12.1 输入电容选择

输入电容的 ESR 尽量小，ESR 会影响到系统的转化效率。

输入电容支持的最大纹波电流需大于系统的 VIN 最大纹波电流。输入电容的纹波电流 RMS 值计算方式如下：

$$I_{RMS} = I_{LOAD} * \sqrt{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} * (1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}})}$$

其中 I_{LOAD} 为负载电流， V_{IN} 为输入电压， V_{OUT} 为输出电压。

12.2 电感选择

电感建议使用 22uH 的电感。

电感的 DCR 对系统的转化效率影响很大，建议使用低 DCR 的电感，对于 30W 以上的方案，建议使用 DCR 小于 10mohm 的电感。

电感饱和电流应该大于系统的电感峰值限流值至少 20%，以免电感饱和，引起电感量下降，系统不稳定。

电感峰值电流 ($I_{L(PEAK)}$) 计算公式如下：

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

其中 I_{LOAD} 为负载电流， ΔI_L 为电感电流的峰峰值， ΔI_L 的计算公式如下：

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

其中 V_{IN} 为输入电压， V_{OUT} 为输出电压， L 为电感量， F_S 为开关频率；

12.3 输出电容选择

输出电容用于保持输出稳定，其 ESR 和电容值对输出纹波大小有影响，输出纹波电压 $V_{out-ripple}$ 的计算方式如下：

$$V_{out-ripple} = \Delta I_L * (R_{ESR} + \frac{1}{8 * F_S * C_{OUT}})$$

其中 ΔI_L 为电感电流的峰峰值， R_{ESR} 为输出电容的等效串接电阻值， F_S 为开关频率， C_{OUT} 为输出电容值。

13 BOM 表

以 IP6551_FB 的输出应用，整理的 BOM 表如下：

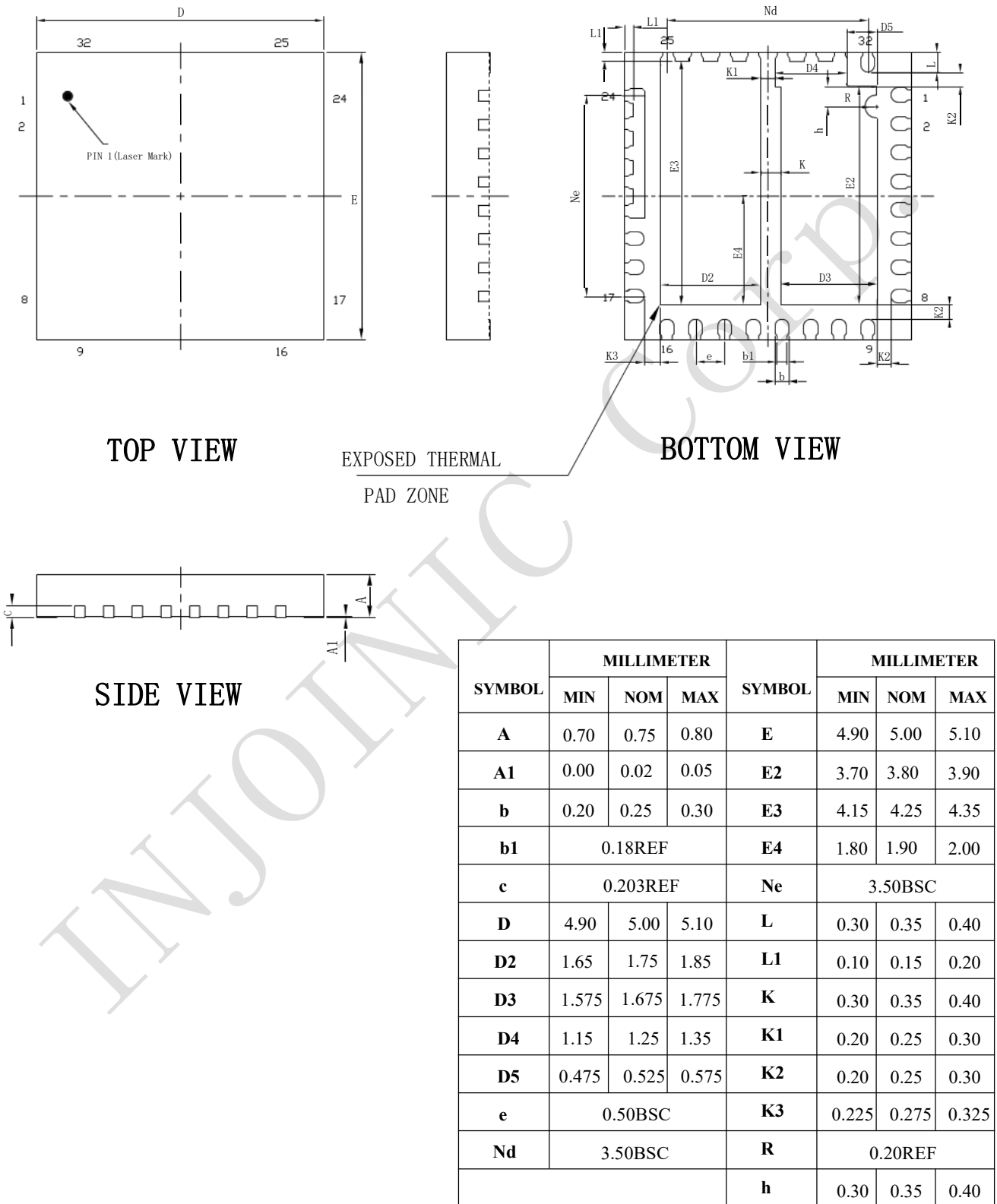
序号	元件名称	型号&规格	单位	用量	位置	备注
1	IC	IP6551_FB QFN32	PCS	1	U1	
2	电感	22uH+/-20%，电流 4.5A DCR<10mohm	PCS	1	L1	
3	电解电容	100uF	PCS	1	C1	耐压值大于 36V
4	固态电容	100uF	PCS	1	C7	耐压值大于 25V
5	贴片电容	0603 200PF	PCS	1	C13	耐压值大于 10V
6	贴片电容	0603 100nF 10%	PCS	1	C2	耐压值大于 36V
7	贴片电容	0603 100nF 10%	PCS	5	C4、C8、C10、 C11、C12	耐压值大于 10V
8	贴片电容	0603 1nF 10%	PCS	2	C5、C9	耐压值大于 36V
9	贴片电容	0603 2.2uF 10%	PCS	2	C3、C6	耐压值大于 16V
10	贴片电阻	0603 2R 5%	PCS	1	R1	
11	贴片电阻	0603 10kohm 5%	PCS	1	R5	
12	贴片电阻	0603 20kohm 5%	PCS	1	R4	
13	贴片电阻	0603 100kohm 5%	PCS	1	R3	
14	贴片电阻	1206 5mohm 1%精度 温度系数小于 100ppm	PCS	1	R2	电流检测电阻

14 PCB 布局注意事项

IP6551_FB 集成的降压转换器，PCB 布局对系统的工作稳定性，EMI，以及其他性能指标很重要，IP6551_FB 的 PCB 布局建议如下：

1. LX 的缓冲电路以及 PGND 组成的环路尽量小；
2. 对 5mohm 电阻做电流采样的线路从电阻两端直接引出，平行走线，尽量短且避开 SW 等节点；
3. HVCC 和 COMP 的电容靠近器件 pin 脚放置；
4. 输入输出电容的 GND 要和大面积的 PGND 连接；
5. 更多注意事项请参考 IP6551_FB 应用说明；

15 封装信息



16 责任及版权申明

英集芯科技有限公司有权根据所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改，客户在下订单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的销售条款与条件。

英集芯科技有限公司对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用英集芯的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全验证。

客户认可并同意，尽管任何应用相关信息或支持仍可能由英集芯提供，但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用英集芯产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意，他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识，可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类关键应用中使用任何英集芯产品而对英集芯及其代理造成的任何损失。

对于英集芯的产品手册或数据表，仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。英集芯对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

英集芯会不定期更新本文档内容，产品实际参数可能因型号或者其他事项不同有所差异，本文档不作为任何明示或暗示的担保或授权。

在转售英集芯产品时，如果对该产品参数的陈述与英集芯标明的参数相比存在差异或虚假成分，则会失去相关英集芯产品的所有明示或暗示授权，且这是不正当的、欺诈性商业行为。英集芯对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。