

DC/DC 降压电压调节器

1、概述

SL8366 是一个集成功率开关的PWM降压DC/DC转换器，封装是带有裸露焊盘的ESOP-8封装。SL8366 具有可调输出电压，其参考反馈电压为600mV，输入电压范围：4.75V到42V，使得 SL8366 具有很广的应用范围。该器件设计用于汽车领域的恶劣工作条件下。

标称370kHz的开关频率，并配合使用小的电感和电容，使得输出纹波更小，并且占用最小的PCB空间。

SL8366 包括一些保护功能，例如逐周期电流限制，过温关断和输入欠压停止工作。具有使能开关功能，在使能为“0”时，功耗在10 μ A以下。低功耗非常适合应用在电池供电系统。

电压调节环路具有非常好的线性调整率和负载调整率。通过使用外部的补偿网络，调节环路的稳定性。补偿电路与电压模式调节，前馈控制通路相结合保证了优异的电源噪声抑制性能。在开启时，集成的软启动功能限制了浪涌电流峰值并且防止电压过冲。

2、特征

- 1.8A降压调节器，输出电压可调
- $\pm 2\%$ 输出电压精度($\pm 4\%$ 满载电流范围)
- 集成功率MOS管
- 带有前馈的PWM调节
- 输入电压范围:4.75V到42V
- 固定开关频率370KHZ
- 非常低的关断静态功耗 (<10 μ A)
- 集成软启动，与输入欠压关断功能
- RoHs



ESOP-8

3、模块框图

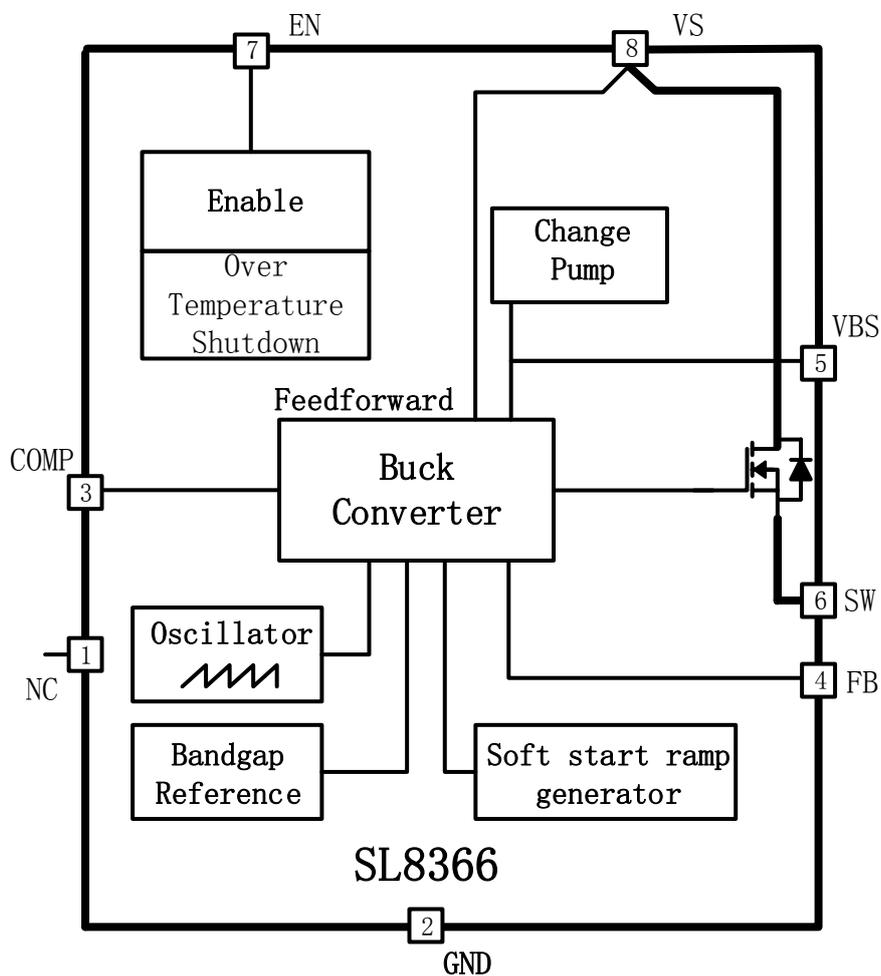


图3-1 模块框图

4、典型应用电路和管脚分布

4.1、管脚分布

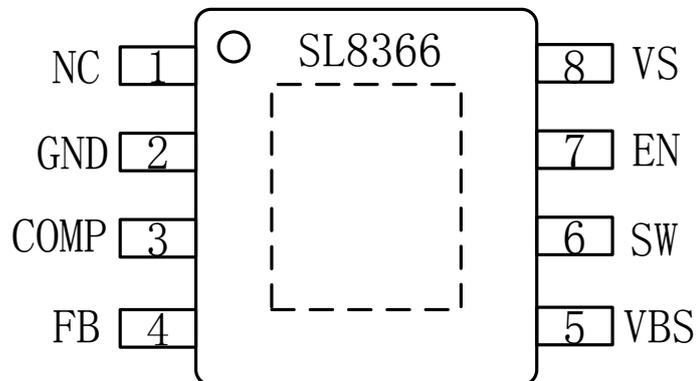


图4-1 管脚分布图

表4.1 管脚定义

管脚	标识	功能
1	NC	悬空
2	GND	地
3	COMP	补偿输入端 调节环路稳定性的频率补偿。连接到补偿RC网络。
4	FB	反馈输入端 通过分压器连接到输出电容。
5	VBS	降压驱动模块电源输入端 通过自举电容连接该管脚和管脚 SW 。
6	SW	降压开关输出端 功率DMOS晶体管的源端。直接连接到续流二极管的阴极和电感。
7	EN	使能输入端 高有效，并内置下拉电流。
8	VS	电源
裸露焊盘		连接到散热片区域和 GND

4.2、典型应用电路

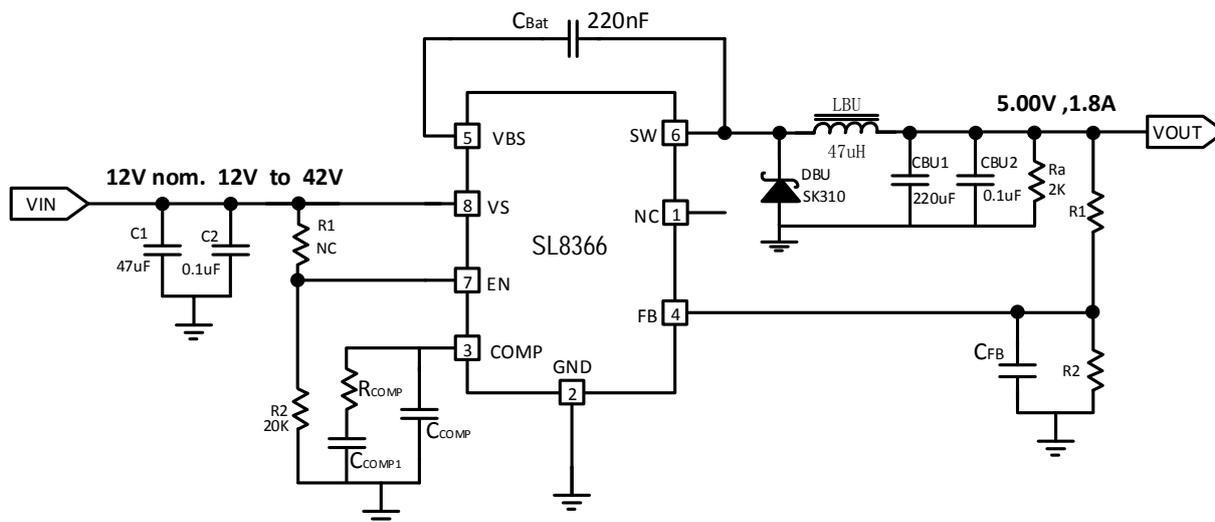


图 4-2 典型应用电路

SL8366 的输出电压可以通过连接到反馈管脚FB的分压器进行调节。分压器的电流最小应该为300uA，因此R2的最大值为

$$R_2 \leq V_{FB}/I_{R2} \rightarrow R_2 \leq 0.6V/300\mu A = 2k\Omega$$

为了得到需要的输出电压VOUT，R1计算如公式4.1（忽略FB管脚很小的输入电流）

$$R_1 = R_2 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right) \tag{4.1}$$

在靠近FB管脚处建议添加一个0.5 nF的电容。

5、产品特性

5.1、额定最大值¹⁾

表5.1 额定最大值

如无特殊说明， $T_j = -40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ ；所有电压均为对地电压

参数	符号	最小值	最大值	单位	说明
电 压					
补偿输入	V_{COMP}	-0.3	5.5	V	
			6.2	V	$T < 10\text{s}^{2)}$
反馈输入	V_{FB}	-0.3	5.5	V	
降压驱动 电源输入	V_{VBS}	-0.3	5.5	V	
降压开关	V_{SW}	-2.0	$V_{\text{S}}+0.3$	V	
使能输入	V_{EN}	-0.3	45	V	
电源输入	V_{VS}	-0.3	45	V	
温 度					
结温	T_j	-40	150	$^{\circ}\text{C}$	
存储温度	T_{stg}	-40	150	$^{\circ}\text{C}$	
ESD					
ESD耐压	V_{ESD}	-2	2	kV	HBM ³⁾
对地耐压	V_{ESD}	-500	500	V	CDM ⁴⁾
管脚对地耐压	V_{ESD}	-750	750	V	CDM ⁴⁾

1) 并非针对产品测试，由设计决定。

2) 长时间将器件置于极限条件下 ($>10\text{s}$)，可能会影响设备可靠性。

3) ESD 耐受电压HBM 依据 EIA/JESD22-A114B(1.5k Ω ,100pF)。

4) ESD 耐受电压，充电设备模型 “CDM”EIA/JESD22-C101或 ESDA STM5.3.1。

说明：

1) 超过上述列表中极限值的条件可能会对器件造成永久损坏。如果将器件置于极限条件一段时间可能会影响器件的稳定性。

2) 集成的保护功能是设计用于防止IC在不正确的使用条件下的损坏。所谓不正确的条件是指超出正常工作条件范围。保护功能并非设计用于连续多次的非正确操作。

5.2、工作条件

表5.2 推荐工作条件

参 数	符 号	最小值	最大值	单 位	说 明
电源电压	V_S	4.75	42	V	
输出电压调整范围	V_{CC}	0.60	16	V	
降压电感	L_{BU}	18	56	μH	
降压电容	C_{BU1}	33	-	μF	
降压电容ESR	ESR_{BU1}	-	0.3	Ω	¹⁾
结温	T_j	-40	150	$^{\circ}\text{C}$	

1) 补偿回路的要求见第九章。

说明: 在工作条件范围内, IC按照电路描述中的情况工作。电气特性是针对在相关的电气特性表格中给定的条件的。

5.3、热阻系数

表5.3 热阻系数

参 数	符 号	最小值	典型值	最大值	单 位	说 明
PN结到外壳 ¹⁾	R_{thJC} ¹⁾	-	10	12	K/W	-
PN结到环境 ¹⁾	R_{thJA} ¹⁾	-	52	-	K/W	²⁾

1) 并非针对产品测试, 由设计决定

2) 根据JEDEC JESD52-1,-5,-7, 在2s2p FR4 PCB上自然对流条件下的测试值。PCB大小为 $76.2 \times 114.3 \times 1.5\text{mm}^3$, 有2个内部铜层(2 x $70\mu\text{m}$ Cu)。热量通过芯片底下的散热焊盘, 传导到第一层铜层。

6、降压调整器

6.1、简介

6.1.1、综述

降压调整器由几个功能模块组成，具体如下：振荡器，调整器，保护功能，门驱动和内部MOSFET。

1) 调整器模块

振荡器产生一个锯齿形信号，提供给PWM比较器和施密特触发器1。

误差放大器比较反馈信号和参考电压。反馈管脚连接到外部的电阻分压器。软启动功能被包含在斜坡产生器中，斜坡产生器放置在参考电压源和误差放大器之间。在器件初始化之后，它会产生一个定义好的斜坡信号。当EN信号变为高（此时VS管脚的供电电压存在）或电源电压升高（此时EN为高连接到VS）或热关断重启之后，器件被初始化。如果降压激励电压（ V_{VBS} ）外部电容充电，斜坡将产生。

补偿电路通过管脚COMP连接到内部误差放大器的输出端。

PWM比较器通过比较误差放大器输出和振荡器的锯齿形信号，产生脉宽调制(PWM)信号。

2) 保护功能模块

保护功能由错误触发器，Nor1门和PWM触发器。

错误触发器收集故障信号，例如内部MOSFET的过流关断，输出电压过压关断和过温关断。

过流关断信号由OC比较器产生。它通过一个内部分流电阻检测电压。如果电流超过了参考值，脉冲被关断并且MOSFET将关闭。

自举欠压关断由降压驱动激励源的欠压比较器产生，该比较器比较自举电容电压和参考电平。如果自举电容电压过低，脉冲将被关断，MOSFET也将会关闭。

如果输出电压超过参考值，脉冲将会关断并且MOSFET也将关闭。内部有一个温度传感器检测器件温度，如果结温超过150°C，MOSFET会关闭。

错误触发器由施密特触发器1和故障信号中的任何一个清零。这将会关闭NOR1门并关断脉冲。自举电容监测器直接连接到NOR1门。

PWM脉冲通过NOR1门传递。如果以上提到的任何一种故障情况出现，这个门电路将关闭并且脉冲也将立即关闭。

PWM触发器由NAND2置1，NAND2的输入由施密特触发器1的时钟和NOR1的输出组成。PWM触发器由NOR1的输出复位。

3) 内部功率模块

门驱动模块由门驱动电路，PWM信号反相器和门驱动电路电源组成。门驱动电路电源通过管脚VBS连接到电容（如图4-2的C_{BOT}）。集成有一个充电泵，用于在低输入电压，或输入电压与输出电压相差很小或启动的情况下支持门驱动。为了减小辐射，如果输入电压足够高来为自举电容充电，那么充电泵将被关闭。

4) 工作模式

PWM脉冲由电压控制。误差放大器和PWM比较器将振荡器锯齿形信号和反馈电压进行比较，产生PWM脉冲，进行脉宽调制以使得反馈电压（在可调节电压型号的管脚FB上）与参考电压（0.6V）近似。输入电压在8.0到42V之间，集成的前馈通路提供一个快速线性瞬时阻碍（前馈是指检测输入电压，并且在输入波动传导到输出前，及时调整，保证输出稳定）。为了达到稳定的输出电压，在低占空比的条件下（轻载到空载和/或高输入电压），使用了脉冲跳跃模式。

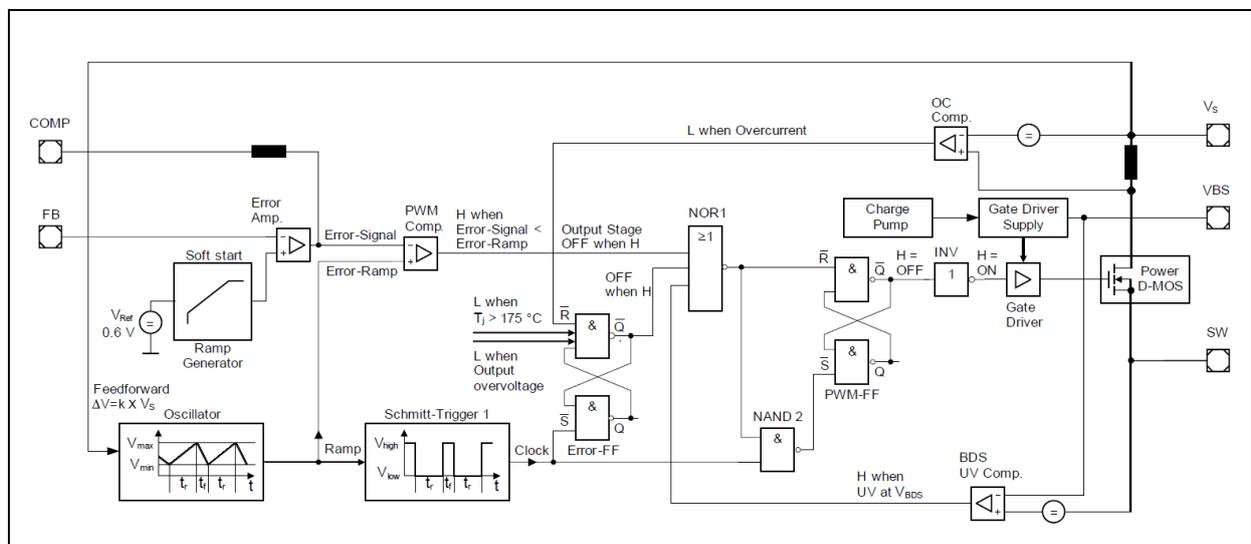


图6-1 降压调节器模块框图

6.2、电气特性

表6.1 降压调节器的电气特性

如无特殊说明, $V_S=6.0V\sim 40V$, $T_j = -40^{\circ}C\sim +150^{\circ}C$, 所有的电压都是对地电压

参 数	符号	Min.	Typ.	Max.	单位	说 明
输出电压	V_{FB}	0.588	0.6	0.612	V	$V_{EN}=V_S, FB=V_{OUT}$ $V_S=12V$, $0.1A < I_{OUT} < 1.0A$
	V_{FB}	0.576	0.6	0.624	V	$V_{EN}=V_S, FB=V_{OUT}$ $V_S=12V$ $1mA < I_{OUT} < 1.8A$
最小输出负载	$I_{CC,MIN}$	1.5			mA	$V_{OUT} > 3V$
		5			mA	$V_{OUT} > 1.5V$
		10			mA	$V_{OUT} > 0.6V$
FB输入电流	I_{FB}	-1	-0.1	0	uA	$V_{FB}=0.6V$
功率管导通电阻	R_{on}		130		m Ω	300mA条件下测试
电流瞬态 上升/下降时间	t_r		50		ns	$I_{OUT} = 1A$)
输出电流峰值	I_{SWC}	2.2		3.6	A	
自举欠压关断阈值	$V_{VBS,off}$	V_{SW+} 3.3			V	自举电压下降
充电泵电流	I_{CP}	2			mA	$V_S=12V$, $V_{SW}=V_{VBS}=GND$
充电泵关闭阈值	V_{SW-} V_{VBS}			5	V	$(V_{SW}-V_{VBS})$ 上升
最大占空比	D_{MAX}			95	%	1)
软启动斜率	t_{start}	350	500	750	us	V_{FB} 由5%上升到 95%
输入欠压 关断阈值	$V_{S,off}$	3.75			V	V_S 下降
输入启动阈值	$V_{S,on}$			4.75	V	V_S 上升
输入欠压 关断迟滞	$V_{S,hyst}$	150			mV	

1) 参考“表5.2 工作条件”。

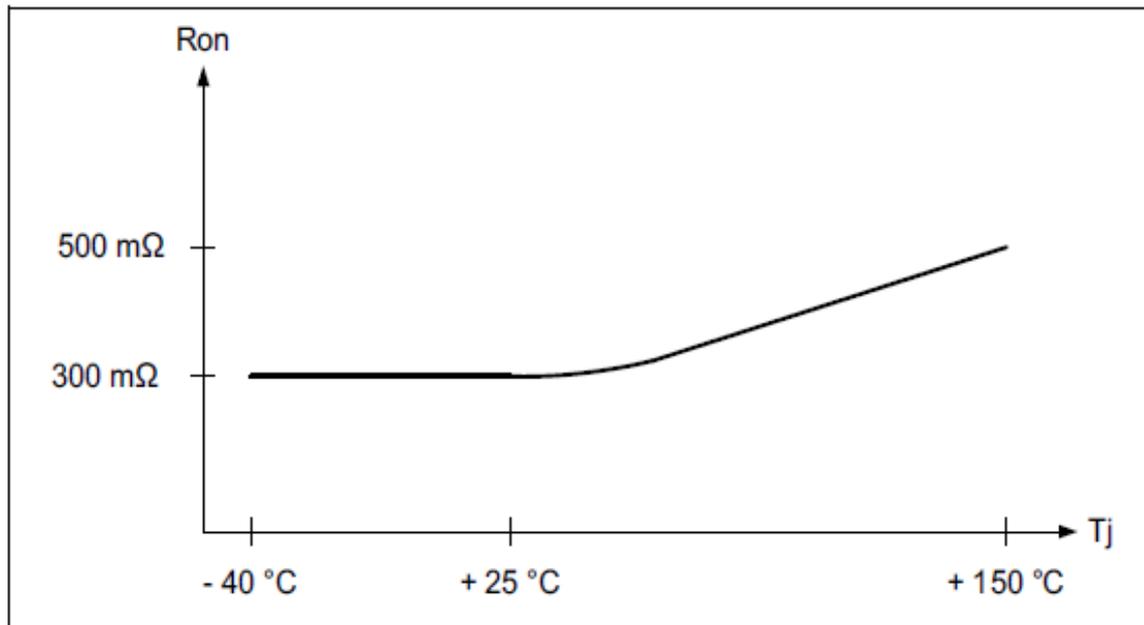


图6-2 功率管导通电阻与温度的关系

7、使能控制模块和过热保护

7.1、简述

通过使能管脚，器件可以被设置为关闭状态，电流消耗减少到 $10\mu\text{A}$ 以下。使能功能有一个集成的下拉电流，可以保证管脚EN悬空的情况下，IC内部模块关断和功率开关关闭。

芯片内部集成过热保护功能，在出现过温情况时，将功率开关关闭。典型的关闭阈值是 $160\text{ }^\circ\text{C}$ ，最小值为 $150\text{ }^\circ\text{C}$ 。当IC冷却下来之后，IC会自动重新开始工作。过热保护是一个集成的保护功能；当芯片温度过高时，及时关断芯片，防止芯片损坏。正常工作时过热保护模块不会关断芯片。

7.2、使能模块，偏置电路和过热保护的电气特性

表7.1 使能，偏置和过热保护的电气特性

如无特殊说明， $V_S=6.0V\sim 42V$ ， $T_j=-40^{\circ}C\sim +150^{\circ}C$ ，所有电压都是对地电压

参 数	符 号	Min.	Typ.	Max.	单位	说 明
关断状态下的静态电流	$I_{q,OFF}$		8	10	uA	$V_{EN}=0.8V$; $T_j<105^{\circ}C$; $V_S=16V$
启动状态下的静态电流	$I_{q,ON}$			550	uA	$V_{EN}=5V$; $I_{CC}=0mA$; $V_S=16V$; $FB=V_{SW}$
	$I_{q,ON}$			550	uA	$V_{EN}=5V$; $I_{CC}=1A$; $V_S=16V$; $FB=V_{SW}$
使能高有效	$V_{EN,hi}$	1	1.08	1.15	V	
使能低有效	$V_{EN,lo}$	0.7	0.78	0.85	V	
使能迟滞	$V_{EN,HY}$	50	200	400	mV	
使能高输入电流	$I_{EN,hi}$			1	uA	$V_{EN}=16V$
使能低输入电流	$I_{EN,lo}$		0.1	1	uA	$V_{EN}=0.5V$
过温关断	$T_{j,sd}$		150		$^{\circ}C$	
过温迟滞	T_{j,sd_hyst}		15		$^{\circ}C$	

1) 以上为设计参数，并非针对产品测试

8、振荡器

8.1、简述

振荡器为芯片提供固定的频率。功率开关会以一个固定的频率被开启和关闭。占空比来源于这个频率，一些保护功能也同步于这个频率。内部的用于产生PWM的锯齿形信号的幅值与输入电源电压成正比。

如无特殊说明， $V_S=6.0V\sim 40V$ ， $T_j=-40^{\circ}C\sim +150^{\circ}C$ ，所有电压都是对地电压。

参 数	符 号	最小值	典型值	最大值	单 位	说 明
振荡频率	f_{osc}	330	370	420	KHZ	

9、应用信息

说明：以下信息仅供参考，不应被认为是器件某些功能，条件或品质的保证。

9.1、频率补偿

通过在管脚COMP和GND之间连接一个RC电路可以提高误差放大器的输出的稳定性。推荐使用陶瓷电容 $C_{COMP} = 22\text{nF}$ 和 $R_{COMP} = 22\text{k}\Omega$ 。对补偿网络做一些微小的调整，可以使其稳定性在不同的应用需求中得到优化，例如不同类型的降压电容（陶瓷或者钽电容）等等。补偿网络对控制环路的稳定性是至关重要的。将管脚COMP悬空可能会使芯片的工作不稳定。

9.2、补偿降压钽电容 C_{BU1}

陶瓷降压电容 C_{BU} 可以有效优化控制环路。为了保持稳定性同时也为了加载钽电容（ $ESR < 300\text{m}\Omega$ ），需要在管脚COMP和GND之间额外加一个补偿电容 C_{COMP2} 。计算公式如公式9.1：

$$C_{COMP2} = C_{BU} * ESR (C_{BU}) / R_{COMP} \quad 9.1$$

其中， C_{COMP2} 应该小于 5nF 。

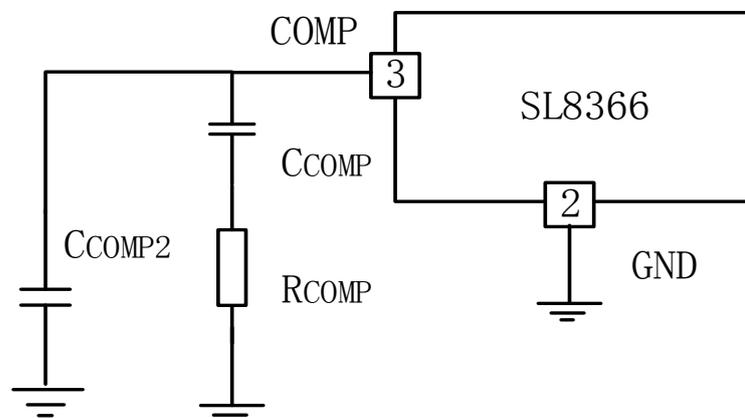
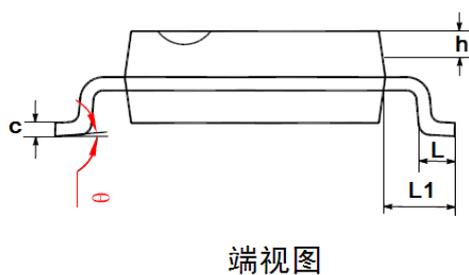
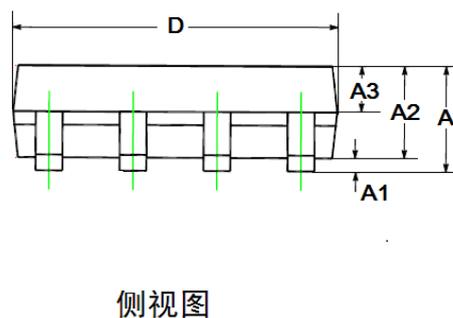
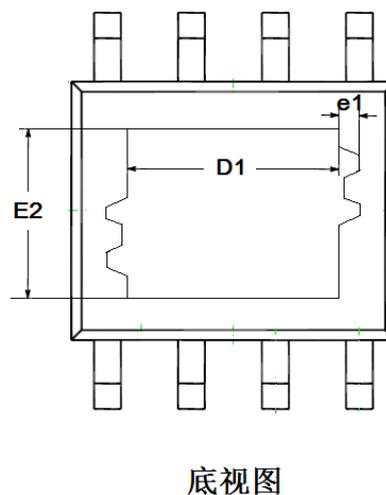
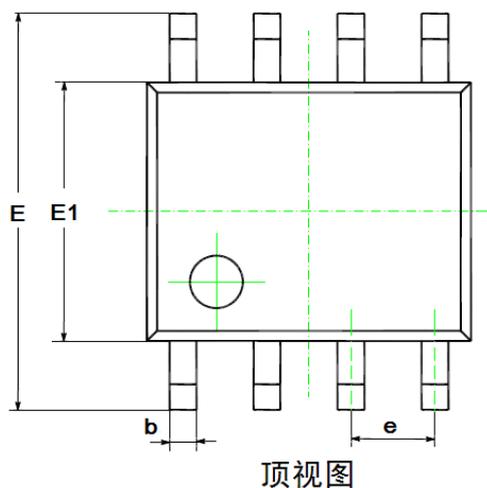


图9-1 补偿电路

9.3、续流二极管

肖特基续流二极管可以有效将损耗减少至最小和提供快速恢复通道。在工作工程中断开该二极管可能会损坏芯片。建议使用 $3\text{A}/60\text{V}$ 的肖特基二极管。

10、SL8366 封装规格
封装尺寸
 eSOP8, 8LEAD


符号	毫米		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.65
A1	0.05	-	0.15
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	-	0.48
b1	0.38	0.41	0.43
c	0.21	-	0.25
c1	0.19	0.20	0.21
D	4.70	4.90	5.10
D1	3.10REF		
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.70	3.90	4.10
E2	2.21REF		
e	1.27BCS		
e1	0.10REF		
h	0.25	-	0.50
L	0.50	0.60	0.80
L1	1.05BSC		
θ	0	-	8°