



***STR2W100D 系列***  
***应用手册 Rev.3.1***



*Not Recommended for New Designs*

三垦电气株式会社  
**SANKEN ELECTRIC CO., LTD.**  
<http://www.sanken-ele.co.jp>

## 目录

概要	3
1. 绝对最大额定规格	4
2. 电气特性	5
2.1 控制部电气特性	5
2.2 MOSFET 部电气特性	5
3. 框图	6
4. 各引脚功能	6
5. 应用电路示例	7
6. 外形图	8
7. 标记规格	8
8. 动作说明	9
8.1 启动动作	9
8.2 软启动功能	12
8.3 定电压控制电路工作	13
8.4 自动待机功能	14
8.5 随机开关功能	14
8.6 带自动输入校正的过电流保护功能 (OCP)	15
8.7 过电压保护功能 (OVP)	16
8.8 过负载保护功能 (OLP)	16
8.9 过热保护电路 (TSD)	16
9. 设计注意事项	17
9.1 外围元件	17
9.2 相位补偿	17
9.3 布线设计	18
注意事项	20

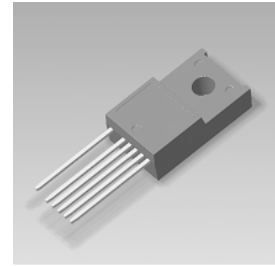
## 概要

STR2W100D 系列是将功率 MOSFET 和电流模式 PWM 控制 IC 置于同一封装中的 PWM 型开关电源控制芯片。

为了实现低功耗及低待机功耗，内置启动电路和待机功能，正常工作时 PWM 动作，在轻负载时自动切换至 Burst 振荡动作。具有完善的保护功能，外置元件少，可方便地构建高性价比电源系统。

## 封装

TO-220F-6L



## 特点

- 电流模式 PWM 控制
- 内置随机开关功能□  
(降低 EMI 噪声、简化 EMI 滤波器、减少外围元件以降低成本)
- 搭载斜坡补偿功能 (防止次谐波振荡)
- 内置前沿消隐功能
- 内置自动待机模式  
空载时输入功率  $P_{IN} < 25mW$ ，可对应低功耗  
正常工作时：PWM 模式□  
待机时 (轻负载时)：待机模式 (Burst 振荡模式)
- 内置软启动功能□  
(降低电源启动时的功率 MOSFET 和二次侧整流二极管的应力)
- 保护功能  
具有输入校正功能的过电流保护 (OCP)□  
----- 逐个脉冲检测方式
- 定时器内置型过负载保护 (OLP) - 自动恢复□  
过电压保护 (OVP) ----- 自动恢复□  
过热保护 (TSD) ----- 自动恢复

## 应用

- 白色家电
- 数码家电
- 办公自动化设备
- 工业设备
- 通信设备  
等各种电子设备的开关电源

## 系列产品

产品名称	f <sub>osc</sub>	MOSFET		P <sub>OUT</sub> * AC230V / AC85~AC265V
		V <sub>DSS</sub> (MIN)	R <sub>DS(ON)</sub> (MAX)	
STR2W152D	67kHz	650V	3.0Ω	60W / 40W
STR2W153D			1.9Ω	90W / 60W

\*上述输出功率为基于热额定的数值。最大输出功率可达到热额定的 120~140%。

但是，输出电压较低时，或由于设计变压器时的 ON Duty 设定，输出功率可能受到限制。

## 1. 绝对最大额定规格

- 详细内容请参考各产品的规格书。
- 电流值的极性以 IC 为基准，规定流入电流为“+”，流出电流为“-”
- 没有特别说明时 Ta= 25°C

项目	引脚	符号	测量条件	规格值	单位	备注
漏极峰值电流	1-3	I <sub>DPEAK</sub>	单脉冲	6.0	A	STR2W152
				9.5	A	STR2W153
漏极峰值电流	1-3	I <sub>DMAX</sub>	Ta=-20~125°C	6.0	A	STR2W152
				9.5	A	STR2W153
雪崩耐量	1-3	E <sub>AS</sub>	单脉冲 V <sub>DD</sub> =99V, L=20mH	62	mJ	STR2W152
				86	mJ	STR2W153
		I <sub>LPEAK</sub>		2.3	A	STR2W152
				2.7	A	STR2W153
S/OCP 引脚电压	3-5	V <sub>OCP</sub>		-2~6	V	
控制部电源电压	4-5	V <sub>CC</sub>		32	V	
FB/OLP 引脚电压	6-5	V <sub>FB</sub>		-0.3~14	V	
FB/OLP 引脚流入电流	6-5	I <sub>FB</sub>		1.0	mA	
MOSFET 部允许损耗	1-3	P <sub>D1</sub>	无限大散热器	23.8	W	STR2W152
				26.5	W	STR2W153
			无散热器	1.3	W	
控制部允许损耗 (MIC)	4-5	P <sub>D2</sub>		0.13	W	以 V <sub>CC</sub> ×I <sub>CC</sub> 来规定
工作时内部框架温度 *	—	T <sub>F</sub>		-20~+115	°C	
工作环境温度	—	T <sub>OP</sub>		-20~+115	°C	
保存温度	—	T <sub>stg</sub>		-40~+125	°C	
通道温度	—	T <sub>ch</sub>		+150	°C	

\* 工作时内部框架的推荐工作温度 T<sub>F</sub>= 105°C (MAX)

## 2. 电气特性

- 详细内容请参考各产品的规格书。
- 电流值的极性以 IC 为基准，规定流入电流为“+”，流出电流为“-”

### 2.1 控制部电气特性

没有特别说明时  $V_{CC} = 18V$ 、 $T_a = 25^\circ C$

项目	引脚	符号	规格值			单位	备注
			MIN	TYP	MAX		
工作开始电源电压	4-5	$V_{CC(ON)}$	13.8	15.3	16.8	V	
工作停止电源电压*	4-5	$V_{CC(OFF)}$	7.3	8.1	8.9	V	
工作时电路电流	4-5	$I_{CC(ON)}$	—	—	2.5	mA	$V_{CC} = 12V$
最低启动电压	4-5	$V_{ST(ON)}$	—	40	—	V	
启动电流	4-5	$I_{STARTUP}$	-3.9	-2.5	-1.1	mA	$V_{CC} = 13.5V$
启动电流供给阈值电压*	4-5	$V_{CC(BIAS)}$	8.5	9.5	10.5	V	$I_{CC} = -100\mu A$
平均振荡频率	1-5	$f_{OSC(AVG)}$	60	67	74	kHz	
振荡频率变化幅度	1-5	$\Delta f$	—	5	—	kHz	
最大 ON Duty	1-5	$D_{MAX}$	65	74	83	%	
前沿消隐时间	—	$t_{BW}$	—	390	—	ns	
过电流补偿值	—	DPC	—	17	—	mV/ $\mu s$	
过电流补偿限制 Duty	—	$D_{DPC}$	—	36	—	%	
ON duty 为零时的 OCP 阈值电压	3-5	$V_{OCP(L)}$	0.69	0.78	0.87	V	
ON duty 为 36% 时的 OCP 阈值电压	3-5	$V_{OCP(H)}$	0.79	0.88	0.97	V	
最大反馈电流	6-5	$I_{FB(MAX)}$	-280	-170	-90	$\mu A$	$V_{CC} = 12V$
最小反馈电流	6-5	$I_{FB(MIN)}$	-30	-15	-7	$\mu A$	
振荡停止 FB/O L P 电压	6-5	$V_{FB(OFF)}$	1.3	1.4	1.5	V	$V_{CC} = 32V$
O L P 阈值电压	6-5	$V_{FB(OLP)}$	7.3	8.1	8.9	V	$V_{CC} = 32V$
O L P 工作后电路电流	4-5	$I_{CC(OLP)}$	—	230	—	$\mu A$	$V_{CC} = 12V$
O L P 延迟时间	1-5	$t_{OLP}$	54	68	82	ms	
F B / O L P 引脚钳位电压	6-5	$V_{FB(CLAMP)}$	11	12.8	14	V	
O V P 阈值电压	4-5	$V_{CC(OVP)}$	26	29	32	V	
热保护工作温度	—	$T_j(TSD)$	130	—	—	$^\circ C$	

\*  $V_{CC(BIAS)} > V_{CC(OFF)}$  的关系成立

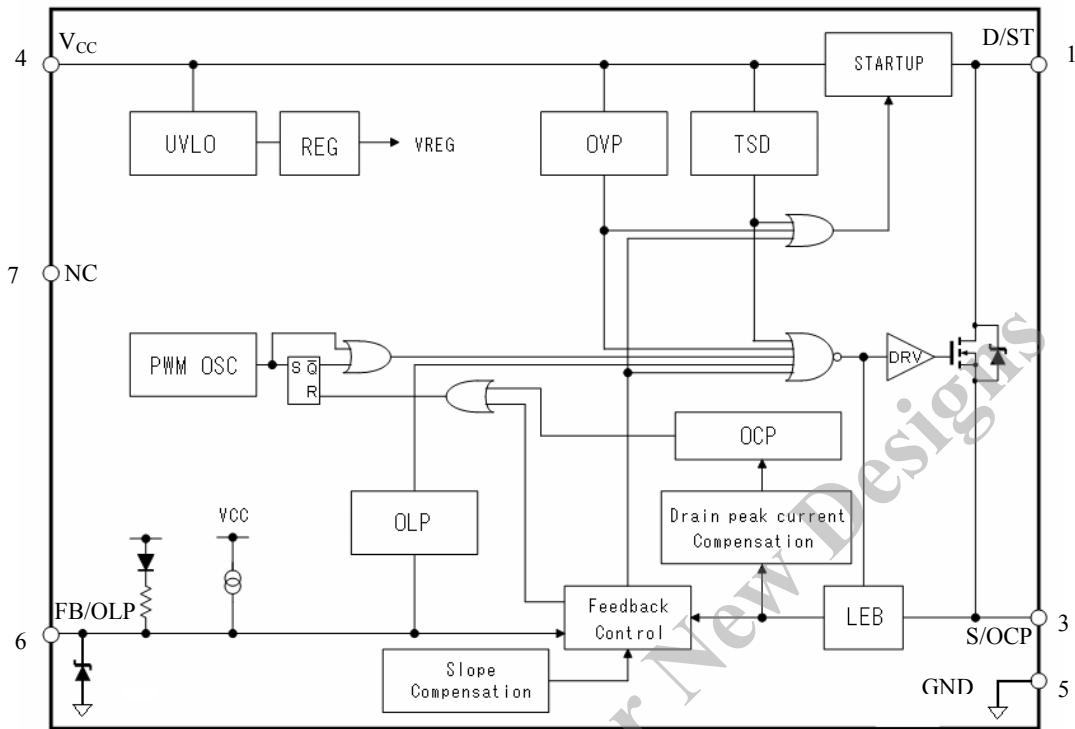
### 2.2 MOSFET 部电气特性

没有特别说明时  $T_a = 25^\circ C$

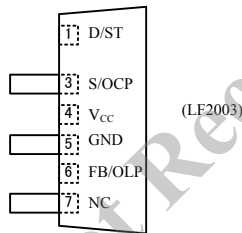
项目	引脚	符号	规格值			单位	备注
			MIN	TYP	MAX		
漏极、源极间电压	1 - 5	$V_{DSS}$	650	—	—	V	
漏极漏电流	1 - 5	$I_{DSS}$	—	—	300	$\mu A$	
O N 电阻	1 - 5	$R_{DS(ON)}$	—	—	3.0	$\Omega$	STR2W152
			—	—	1.9	$\Omega$	STR2W153
开关定时	1 - 5	$t_f$	—	—	250	ns	
热电阻*	—	$\theta_{ch-F}$	—	—	2.48	$^\circ C/W$	STR2W152
			—	—	1.95	$^\circ C/W$	STR2W153

\* 通道与内部框架之间的热阻

3. 框图



4. 各引脚功能



引脚号	符号	功能
1	D/ST	MOSFET 漏极/启动电流输入
3	S/OCP	MOSFET 源极/过电流检测信号输入
4	V <sub>CC</sub>	控制电路电源输入/过电压保护信号输入
5	GND	接地
6	FB / OLP	定电压控制信号输入/过负载保护信号输入
7	NC	—

### 5. 应用电路示例

- 为改善散热效果，尽可能扩大 D/ST 引脚（1 号引脚）的布线。
- 如果电源规格会使  $V_{DS}$  浪涌电压变大，则在 P 绕组之间增加 CRD 钳位缓冲电路或在漏极和源极之间增加 C 或 CR 阻尼缓冲电路。

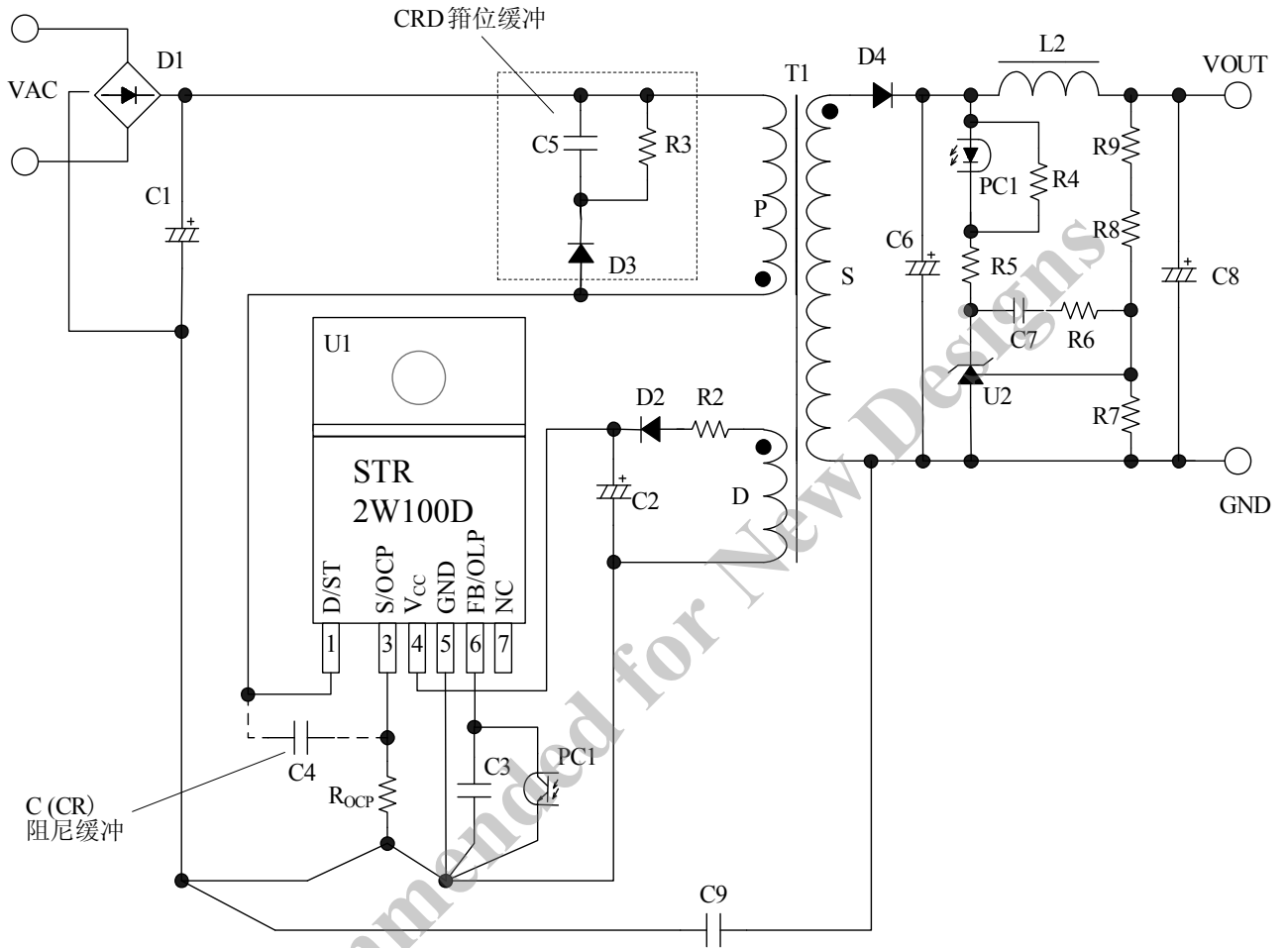
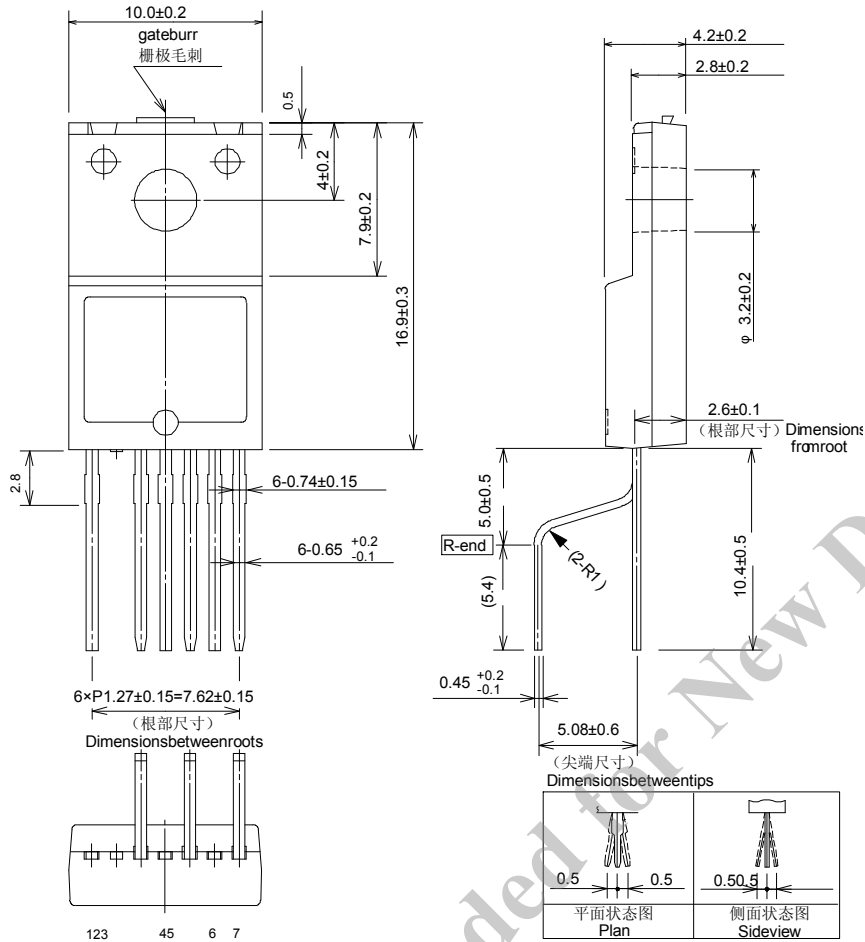


图 5-1 应用电路示例

### 6. 外形图

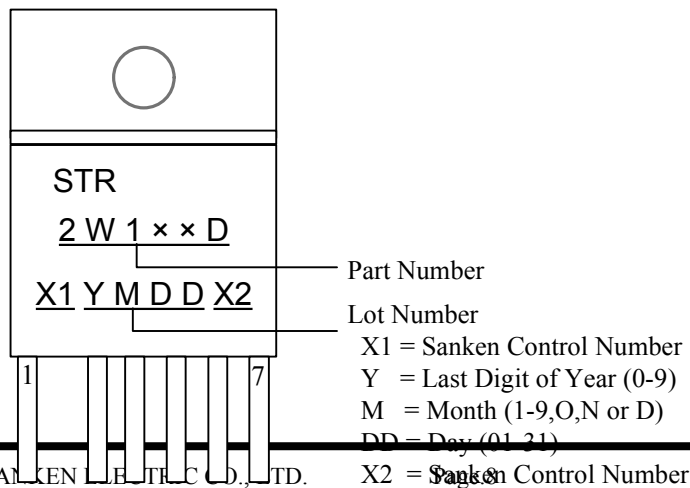
TO-220F-6L 封装



#### NOTES:

- 1) 单位: mm
- 2) --- 部表示产生高 0.3mm (MAX) 的注塑口毛刺的位置
- 3) 标准引脚成型 (No.LF2003)
- 4) 为保证高压引脚 (1 号引脚) 和低压引脚 (3 号引脚) 的爬电距离及空间距离, 2 号引脚为空引脚。
- 5) 引脚部无铅产品 (RoHS 对应)

### 7. 标记规格





## 8. 动作说明

没有特别说明时，特性数值以 STR2W153D 的规格为准，标注 TYP 值。  
 电流值的极性以 IC 为基准，规定流入电流为“+”，流出电流为“-”。

### 8.1 启动动作

$V_{CC}$  引脚附近的电路如图 8-1 所示。

本 IC 内置启动电路，启动电路与 D/ST 引脚相连接。

在 IC 内部被定电流化的启动电流  $I_{STARTUP} = -2.5mA$  向连接在  $V_{CC}$  引脚上的电解电容 C2 充电， $V_{CC}$  引脚电压上升至开始工作阈值  $V_{CC(ON)} = 15.3V$  时，控制电路开始工作。

电源启动后，启动电路会在 IC 内部自动关断，启动电路不再耗电。

启动时间取决于 C2 的电容容量，一般的电源规格，容量在  $10\mu F \sim 47\mu F$  之间。

启动时间的近似值可以利用以下公式 (1) 求出。

$$t_{START} = C2 \times \frac{V_{CC(ON)} - V_{CC(INT)}}{|I_{STARTUP}|} \quad \text{----- (1)}$$

因此，

$t_{START}$  : 启动时间 (s)  
 $V_{CC(INT)}$  :  $V_{CC}$  引脚的初始电压 (V)

$V_{CC}$  引脚电压和电路电流  $I_{CC}$  的关系如图 8-2 所示。

$V_{CC}$  引脚电压达到开始工作阈值  $V_{CC(ON)} = 15.3V$  时，控制电路开始工作，电路电流增大。控制电路工作后， $V_{CC}$  引脚电压下降至停止工作阈值  $V_{CC(OFF)} = 8.1V$  时，在欠压锁定 (UVLO: Undervoltage Lockout) 电路的作用下，控制电路会停止工作，恢复启动前的状态。

控制电路工作后，施加到  $V_{CC}$  引脚的电压为由图 8-1 的辅助绕组 D 整流平滑后的电压（辅助绕组电压  $V_D$ ）。调整辅助绕组 D 的圈数，使其在电源规格的输入输出变化范围内， $V_{CC}$  引脚电压在以下公式 (2) 的范围内。

辅助绕组电压的参考范围为  $15 \sim 20V$ 。

$$10.5(V)(V_{CC(BIAS)MAX}) < V_{CC} < 26.0(V)(V_{CC(OVP)MIN}) \quad \text{----- (2)}$$

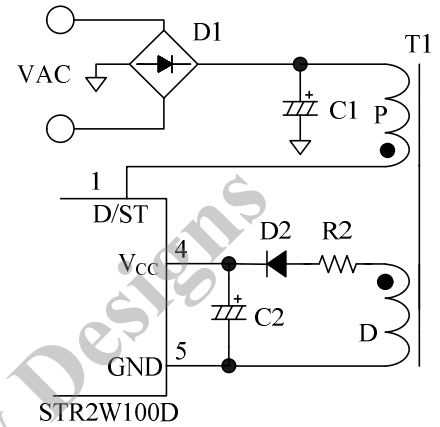


图 8-1  $V_{CC}$  引脚周围电路

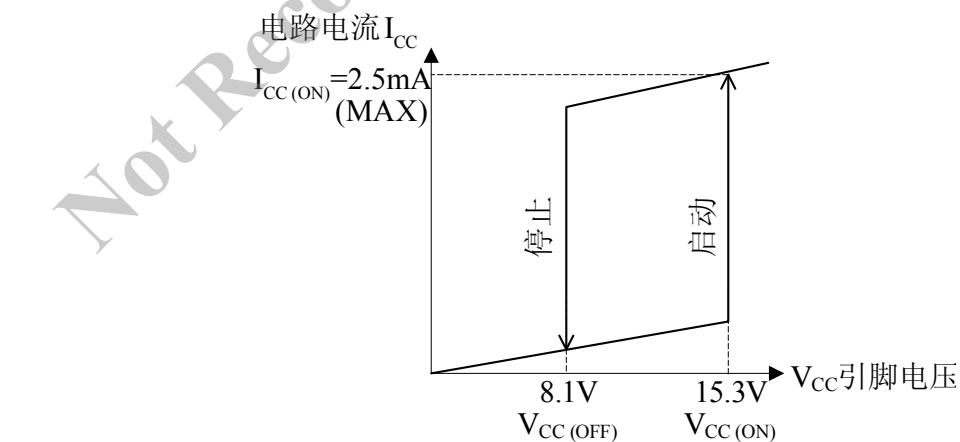


图 8-2  $V_{CC}$  引脚电压和电路电流  $I_{CC}$

电源启动时的  $V_{CC}$  引脚电压波形示例如图 8-3 所示。 $V_{CC}$  引脚电压达到  $V_{CC(ON)} = 15.3V$  时, IC 开始工作, IC 的电路电流增大,  $V_{CC}$  引脚电压下降。与此同时, 辅助绕组电压  $V_D$  与输出电压成比例上升。这些电压的共同作用产生  $V_{CC}$  引脚电压。

功率 MOSFET 关闭的瞬间会在输出绕组上感应产生浪涌电压。如果启动时的输出负载为轻负载, 则此处引发的电压会使反馈控制生效, 抑制输出功率。如果输出功率下降,  $V_{CC}$  引脚电压也会下降, 达到  $V_{CC(OFF)} = 8.1V$  时, 可能导致控制电路停止, 发生启动不良。

为了预防这种情况发生, 当  $V_{CC}$  引脚电压下降至启动电流供给阈值  $V_{CC(BIAS)} = 9.5V$  时, 辅助偏置功能就会工作。辅助偏置功能工作期间, 启动电路会供给启动电流, 抑制  $V_{CC}$  引脚电压的下降, 使工作时的  $V_{CC}$  引脚电压基本保持一定。借助辅助偏置功能, 可允许 C2 使用低容量, 缩短接通电源时的启动时间。此外, 输出过电压时,  $V_{CC}$  引脚电压会快速上升, 因此, 还可以缩短过电压保护功能的响应时间。

为了避免启动不良, 最后还需要在实际工作时进行确认和调整。

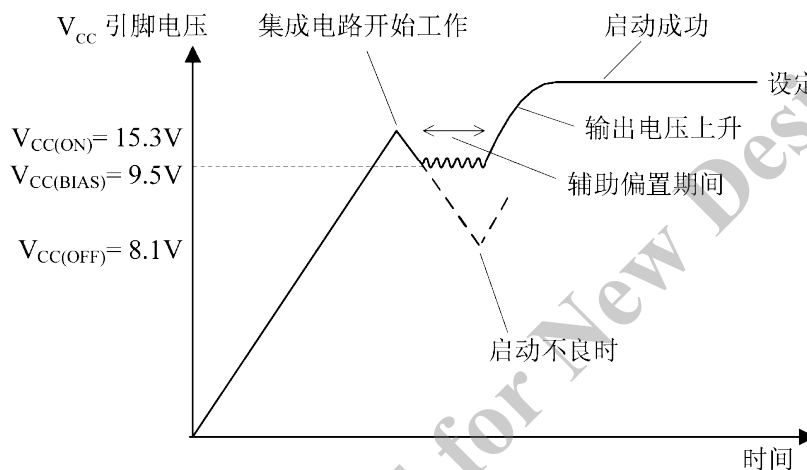


图 8-3 启动时的  $V_{CC}$  引脚电压

实际的电源电路可能出现如图 8-4 所示的情况, 即在二次侧输出电流  $I_{OUT}$  的作用下  $V_{CC}$  引脚电压上升, 引起过电压保护 (OVP)。这是因为功率 MOSFET 关闭的瞬间会在输出绕组上感应产生浪涌电压, 对 C2 进行峰值充电。为了防止这种情况发生, 如图 8-5 所示, 在整流二极管 D2 上串联电阻 R2 (几  $\Omega$ ~几十  $\Omega$ ) 十分有效。

但是,  $V_{CC}$  引脚电压随输出电流的变化因所用变压器的结构而异, 需要根据实际使用的变压器将 R2 调整至最合适的值。

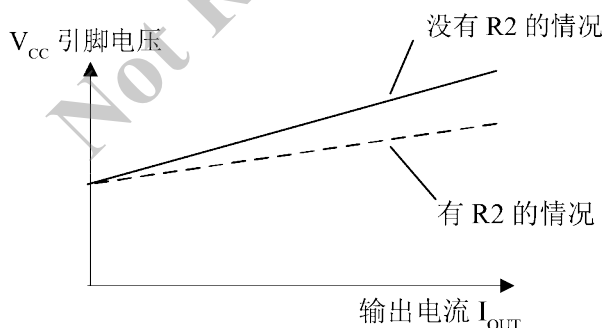


图 8-4 R2 输出电流  $I_{OUT}$  -  $V_{CC}$  引脚电压

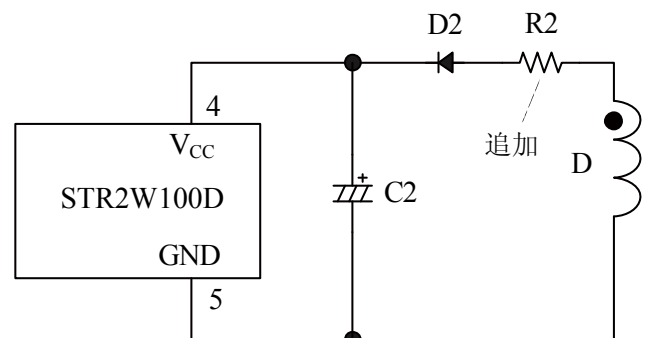


图 8-5 不易受输出电流  $I_{OUT}$  影响  
不易受影响的  $V_{CC}$  引脚周围电路

以下情况时， $V_{CC}$  引脚电压随输出电流  $I_{OUT}$  的变化率会恶化，需要在设计变压器时注意辅助绕组 D 的缠绕位置。

- 变压器的一次和二次之间的结合不佳，浪涌电压升高时（低输出电压、大电流负载规格）
- 辅助绕组 D 和二次侧稳定输出绕组（正在进行定电压控制的输出绕组）的耦合不佳，易受浪涌电压的变化影响时

为了降低  $V_{CC}$  引脚浪涌电压的影响，考虑了辅助绕组 D 缠绕位置后的变压器参考示例如图 8-6 所示。

- 绕组构造示例 ①  
将辅助绕组 D 与一次侧绕组 P1 和 P2 分离的结构  
P1、P2 是对一次侧绕组进行 2 分割后的绕组
- 绕组构造示例 ②  
使二次侧稳定输出绕组 S1 和辅助绕组 D 良好耦合的构造  
两个输出绕组 S1 和 S2 中，S1 为稳定输出绕组（正在进行定电压控制的输出绕组）

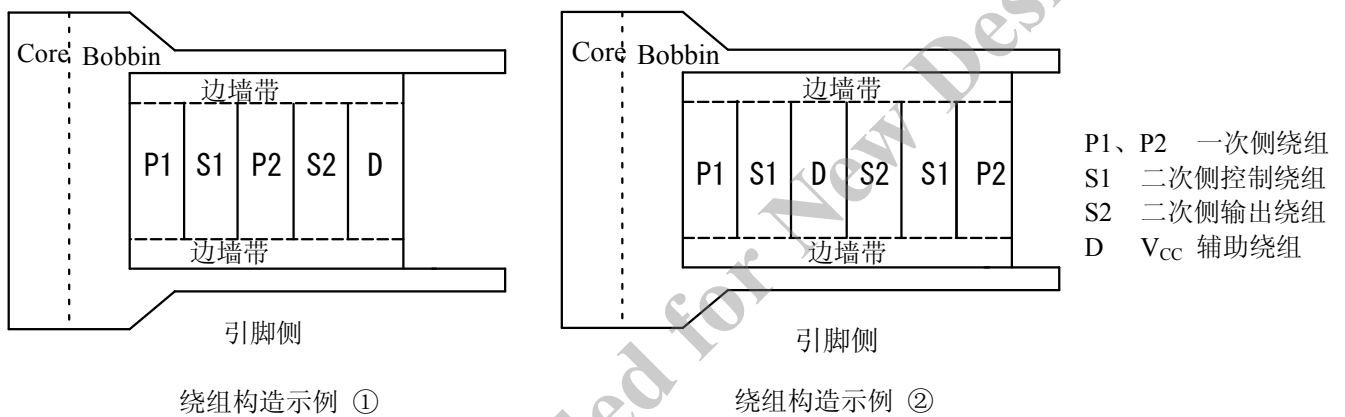


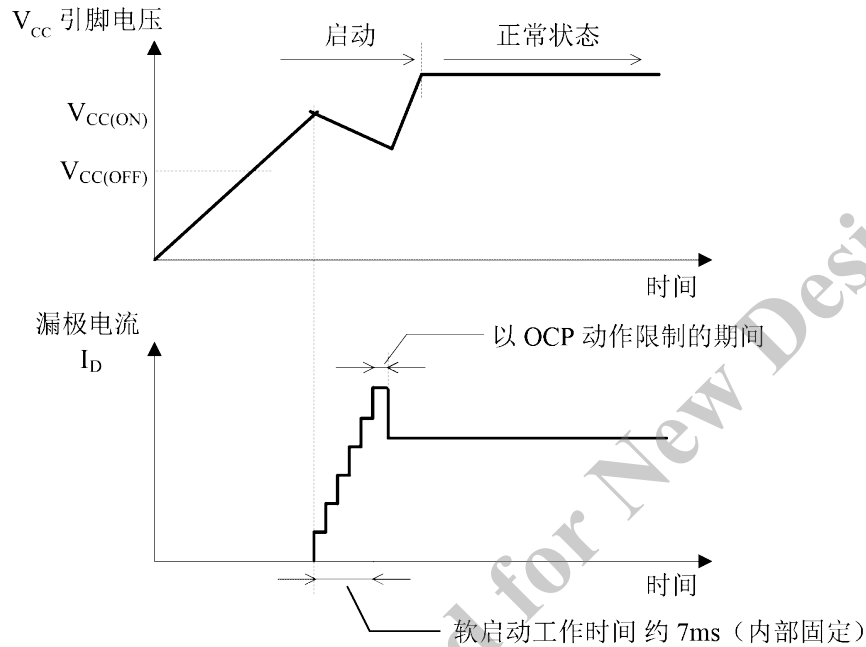
图 8-6 绕组构造示例

## 8.2 软启动功能

图 8-7 表示启动时的工作波形。

本 IC 的软启动功能会在电源启动时工作。软启动期间, IC 内部的设定约为 7ms, 在此期间过电流阈值分 5 个阶段递增。以此降低 MOSFET 及二次侧整流二极管的电压/电流应力。

软启动工作期间前沿消隐功能(参阅 7.3 定电压控制电路工作)会失效, 导通时间可能在  $t_{BW}=390\text{ns}$  以下。OLP 延迟时间和启动时的  $V_{CC}$  引脚电压值最后还需要在实际工作时进行确认和调整。



### 8.3 定电压控制电路工作

输出电压的定电压控制中使用拥有出色过渡响应及稳定性的电流模式控制（峰值电流模式控制）。

本 IC 利用内部的 FB 比较器比较电流检测电阻的电压 ( $V_{ROCP}$ ) 与目标电压 ( $V_{SC}$ )，控制  $V_{ROCP}$  的峰值使其接近  $V_{SC}$ 。

$V_{SC}$  是将 FB/OLP 引脚的电压输入 Feedback Control 电路（参照 3.方框图）并进行斜坡补偿而来的。（参照图 8-8 和图 8-9）

- 轻负载的情况

负载减轻时，随着输出电压的上升，二次侧误差放大器的反馈电流 ( $I_{FB}$ ) 会增大。通过光耦隔离，可使 FB/OLP 引脚的电压下降。由此，目标电压  $V_{SC}$  会下降，通过降低  $V_{ROCP}$  的峰值进行控制。其结果使漏极电流的峰值下降，输出电压的上升得到抑制。

- 重负载的情况

如果负载增大，动作会与轻负载时相反，FB 比较器的目标电压会升高，使得漏极电流的峰值增大，可以抑制输出电压的下降。

若峰值电流模式控制的 PWM 方式以连续模式工作，则漏极电流波形呈梯形波状。

此模式下，即使由控制量（目标电压）决定的漏极峰值电流值恒定，ON 期间仍会随漏极电流的初始值而改变，因此，如图 8-10 所示，ON 期间会发生开关周期呈整数倍变化的次谐波振荡。

为了防止这种情况发生，在 FB/OLP 引脚电压信号中加入斜坡补偿（ON Duty 越宽，漏极电流值越低）信号，形成目标电压  $V_{SC}$ ，控制次谐波振荡。在电源过渡状态（电源启动时、负载短路时等）下，会停止反馈控制，有可能发生次谐波振荡，但可正常工作。

峰值电流模式控制方式在功率 MOSFET 打开时产生的剧烈的浪涌电流，可能导致 FB 比较器和过电流保护电路 (OCP) 响应，使功率 MOSFET 关闭。

为防止此现象发生，自功率 MOSFET 打开的瞬间起设定消隐时间  $t_{BW}=390ns$ ，使其不会对打开时的漏极电流浪涌做出响应（前沿消隐功能）。

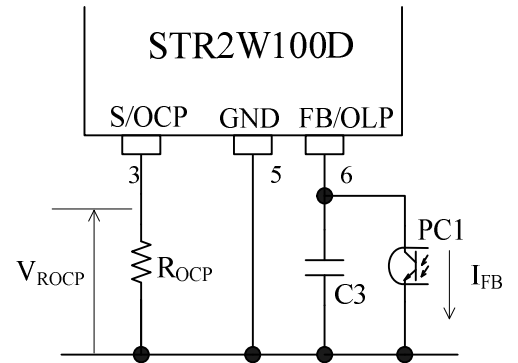


图 8-8 FB/OLP 引脚周围电路

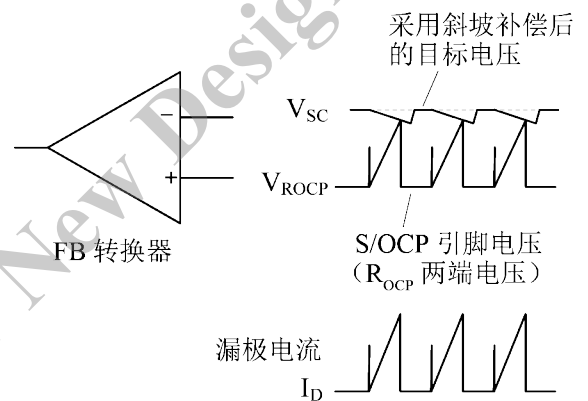


图 8-9 正常工作时的  $I_D$  和 FB 转换器工作

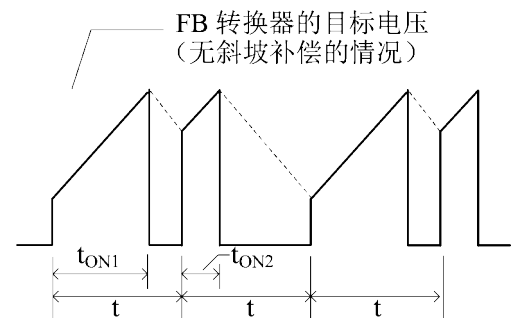


图 8-10 次谐波振荡时的漏极电流波形示例

## 8.4 自动待机功能

自动待机功能是指当待机负载时的漏极电流  $I_D$  减小至最大漏极电流（过电流状态）的约 25~30% 以下时，自动切换到待机模式，进行 Burst 振荡工作（图 8-11）。

Burst 振荡工作中存在开关动作停止的期间，可减少开关损耗，提高轻负载时的效率。

一般情况下，轻负载时的效率会得到改善，因此 Burst 振荡频率会在几 kHz 以下。

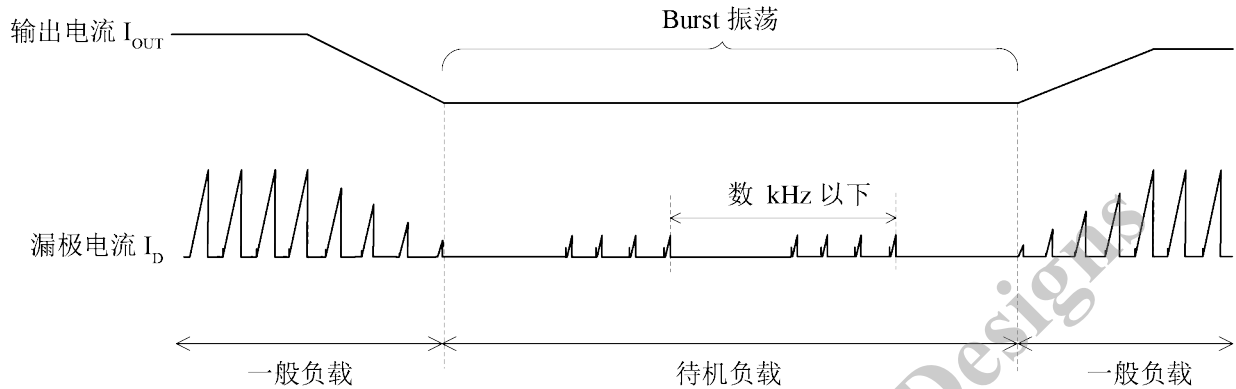


图 8-11 自动待机时序波形

在向 Burst 振荡模式切换的过渡期间， $V_{CC}$  引脚电压下降至启动电流供给阈值  $V_{CC(BIAS)} = 9.5V$  以下时，辅助偏置功能工作，供给启动电流  $I_{STARTUP}$ 。由此，可抑制  $V_{CC}$  引脚电压的下降，进行稳定的待机工作。

正常工作时（含 Burst 振荡工作）如果辅助偏置功能启动，功耗会增大，因此  $V_{CC}$  引脚电压必须始终高于  $V_{CC(BIAS)}$ ，需要调整变压器的圈数比以及图 8-5 中的 R2，使其变小。

## 8.5 随机开关功能

本 IC 内置将 PWM 平均振荡频率  $f_{OSC(AVG)} = 67kHz$  与频率变化相叠加的功能。

在开关工作过程中，相对于  $f_{OSC(AVG)}$ ，在  $\Delta f = 5kHz$  的范围内随机进行微小变化。

与无此功能的产品相比，杂音引脚电压（传导噪声）更低，可简化输入端的噪声滤波器等。

### 8.6 带自动输入校正的过电流保护功能 (OCP)

过电流保护功能 (OCP) 是指：利用 S/OCP 引脚和 GND 引脚之间的电流检测电阻  $R_{OCP}$ ，检测功率 MOSFET 的漏极峰值电流，当  $R_{OCP}$  的电压降达到 OCP 阈值时，关闭功率 MOSFET 以限制功率（逐个脉冲检测方式）。

普通的 PWM 控制 IC 在包括控制系统在内的电路上存在传导延迟时间。因此，AC 输入电压越高，漏极电流斜率越大，那么实际流过的漏极峰值电流会比 IC 内部的过电流阈值更大。因此，如图 8-12 中的输出过载特性所示，随着 AC 输入电压的变化，OCP 工作时的输出电流可能会产生波动。

为了减小 OCP 工作时输出电流的波动，本 IC 内置输入校正功能。输入校正功能是指相对于 AC 输入电压，如 8-13 所示将具有一定斜率的校正信号叠加到 S/OCP 引脚的检测信号上，从而改变过电流阈值的电压。

利用此功能，无需添加外置元件，即可抑制过电流保护功能对 AC 输入电压的依赖。

另外，当 AC 输入电压低 (ON Duty 宽) 时，校正后的过电流阈值会变高。因此，其与 AC 输入电压高 (ON Duty 窄) 时的输出电流峰值之差会变小。

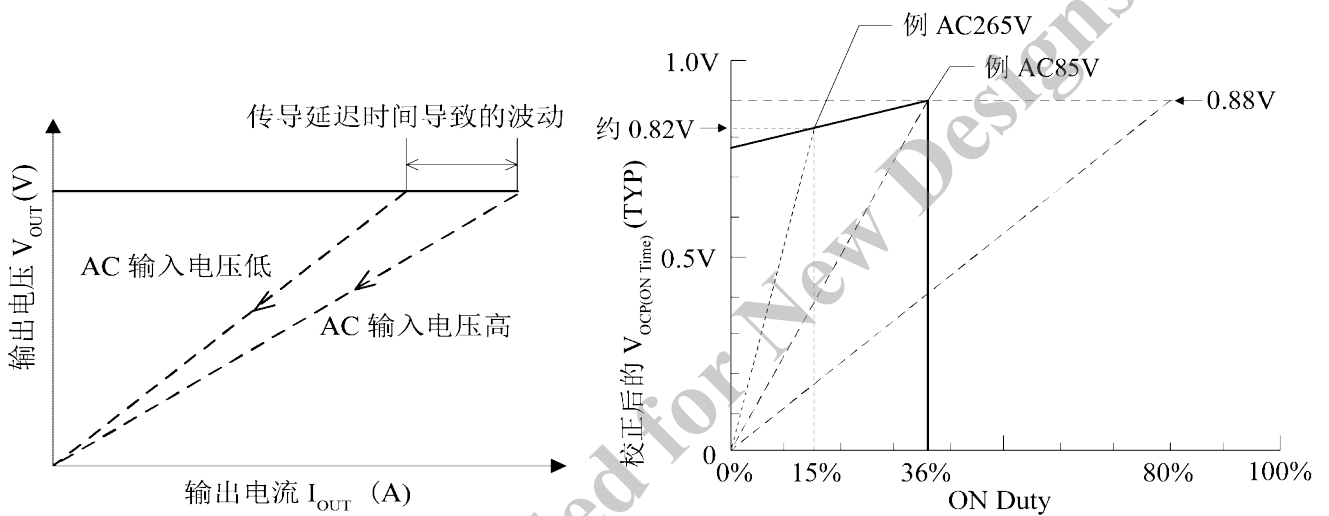


图 8-12 无过电流输入校正时的输出过载特性

图 8-13  $f_{OSC(AVG)}=67kHz$  时的导通时间与校正后的  $V_{OCP}$

校正信号量依赖于导通时间，对导通时间进行校正后的 OCP 阈值电压  $V_{OCP(ONTime)}$  根据以下公式 (3) 计算。但是，对于 ON Duty 在 36% 以上的导通时间， $V_{OCP(H)} = 0.88V$  并保持一定。

$$V_{OCP(ONTime)}(V) = V_{OCP(L)}(V) + DPC(mV/\mu s) \times ONTime(\mu s) \quad \text{----- (3)}$$

因此，

$V_{OCP(L)}$  : ON duty 为零时的 OCP 阈值电压 (V)

DPC : 过电流校正值 (mV/ $\mu s$ )

ONTime : MOSFET 的导通时间 ( $\mu s$ )

$$ONTime = \frac{ONDuty}{f_{OSC(AVG)}}$$

### 8.7 过电压保护功能 (OVP)

在  $V_{CC}$  引脚和 GND 引脚之间施加 OVP 阈值  $V_{CC(OVP)} = 29V$  以上的电压时，过电压保护功能将工作，开关动作会停止。

过电压保护工作时辅助偏置功能无效，因此  $V_{CC}$  引脚电压将下降至工作停止阈值  $V_{CC(OFF)} = 8.1V$ 。此时在欠压锁定 (UVLO: Undervoltage Lockout) 电路的作用下，控制电路会停止工作，恢复启动前的状态。然后， $V_{CC}$  引脚电压会在启动电流的作用下上升，达到工作开始阈值  $V_{CC(ON)} = 15.3V$  时，控制电路重新开始工作。如上所述，在过电压状态下，会因 UVLO 的作用出现重复间歇振荡。

利用间歇振荡降低功率 MOSFET 和二次侧整流二极管等的器件应力。此外，由于开关期间比振荡期间短，因此可以减小间歇工作过程中的功耗。

排除引起过电压的原因后，会自动恢复正常工作。

$V_{CC}$  引脚电压由变压器的辅助绕组供给时，由于  $V_{CC}$  引脚电压与输出电压成正比，因此可以对输出电压检测电路开路时的二次侧过电压进行检测。

此时，过电压保护工作时的二次侧输出电压的近似值可根据以下公式 (4) 计算。

$$V_{OUT(OVP)} = \frac{\text{正常工作时的输出电压 } V_{OUT}}{\text{正常动作时的 } V_{CC} \text{ 引脚电压}} \times 29(V) \quad (4)$$

### 8.8 过负载保护功能 (OLP)

过负载保护功能工作时各部的波形如图 8-14 所示。

进入过负载状态（过电流工作引起的漏极峰值电流值受限的状态）后，输出电压下降，二次侧误差放大器切断。由此导致反馈电流  $I_{FB}$  消失，FB/OLP 引脚电压上升。如果 FB/OLP 引脚电压超过 OLP 阈值  $V_{FB(OLP)} = 8.1V$  的状态持续 OLP 延迟时间  $t_{OLP} = 68ms$ ，过负载保护电路就会工作并停止开关动作。

过负载保护工作时辅助偏置功能无效，因此与“8.7 过电压保护功能 (OVP)”中一样，在欠压锁定 (UVLO: Undervoltage Lockout) 电路的作用下重复间歇振荡。

排除引起过负载的原因后，会自动恢复正常工作。

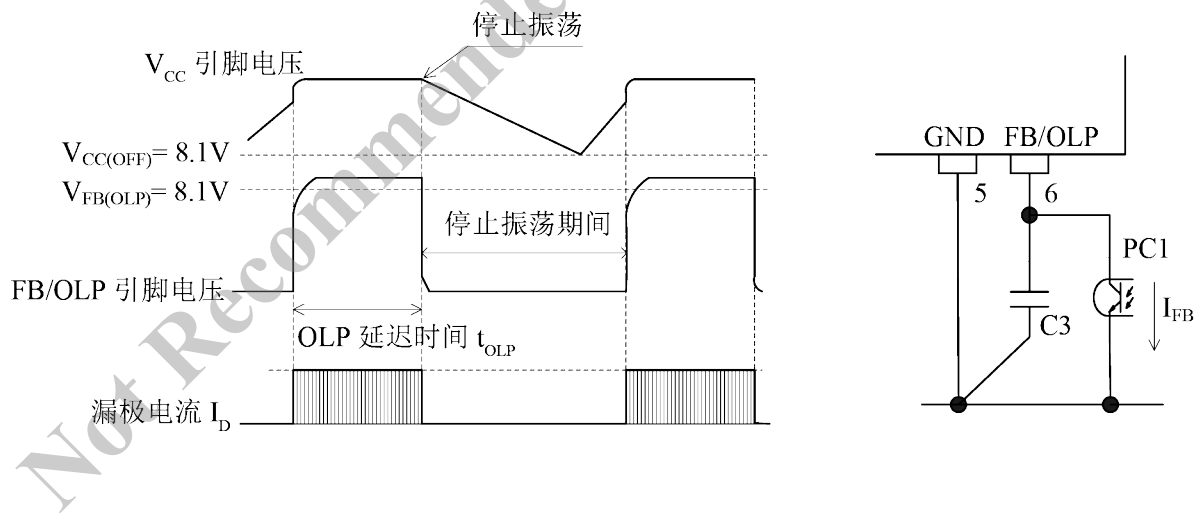


图 8-14 OLP 工作时的各部波形与周围电路

### 8.9 过热保护电路 (TSD)

IC 控制电路部分的温度超出热保护工作温度  $T_{j(TSD)} = 130^{\circ}C$  (MIN) 时，过热保护功能工作，开关动作停止。

过热保护工作时辅助偏置功能无效，因此与过电压保护功能一样，在欠压锁定 (UVLO: Undervoltage Lockout) 电路的作用下重复间歇振荡。

排除引起过热的原因，当 IC 控制电路部的温度下降至  $T_{j(TSD)}$  以下时，会自动恢复正常工作。



## 9. 设计注意事项

### 9.1 外围元件

各元件应根据使用条件选择合适的产品。

- 输入、输出的平滑电解电容□对波纹电流、电压和温度上升设置合适的余量。  
使用用于开关电源的高容许波纹电流、低阻抗型。
- 变压器类□对由铜损和铁损导致的温度上升设置合适的余量。  
开关电流含高频成分，因此可能受到集肤效应的影响。  
因此，用于变压器的绕组线径应考虑工作电流的有效值，选择时以电流密度约  $3\sim 4\text{A}/\text{mm}^2$  为大致标准。  
如果因集肤效应的影响需进一步采取温度对策时，需要增加绕组表面积，应研究以下事项。
  - 增加绕组的个数
  - 使用绞合线
  - 增大线径
- 电流检测电阻  $R_{\text{OCP}}$   
由于有高频开关电流流过，如果使用寄生电感较大的元件，可能会导致误动作。应使用寄生电感较小，且浪涌耐量较大的型号。

### 9.2 相位补偿

使用了普通并联稳压器(U2) 的二次侧误差放大器的周围电路结构如图 9-1 所示。

相位补偿电容 C7 的参考容量为  $0.047\mu\text{F}\sim 0.47\mu\text{F}$ ，最后还需要在实际工作时进行确认和调整。

如图 9-2 所示，FB/OLP 引脚和 GND 引脚之间的电容 C3 用于高频噪声消除及相位补偿。

C3 连接在 FB/OLP 引脚和 GND 引脚附近，其参考容量为  $2200\text{pF}\sim 0.01\mu\text{F}$ ，最后还需要在实际工作时进行确认和调整。

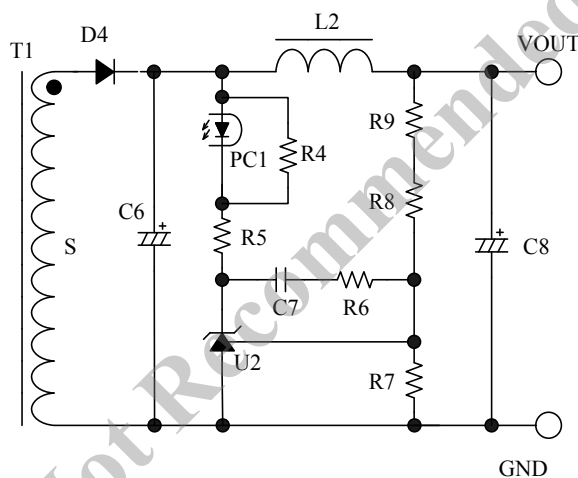


图 9-1 二次侧并联稳压器 (U2) 周围电路

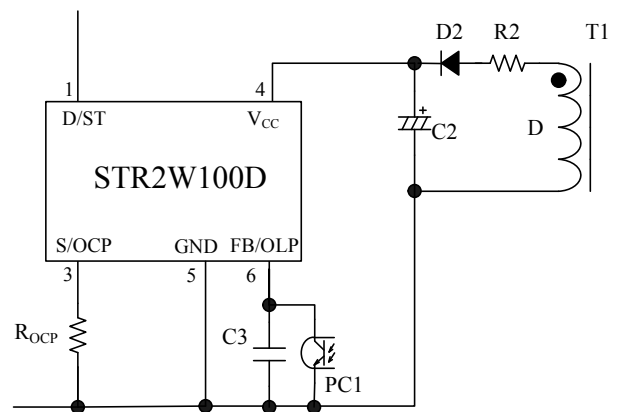


图 9-2 FB/OLP 引脚周围电路

### 9.3 布线设计

布线及封装条件对误动作、噪声和损耗的影响较大。因此，需要千万注意布线和元件布置。

如图 9-3 所示，在设计高频电流形成的环路部分时，使布线更“粗”，使元件之间的布线更“短”，尽可能“缩小”环路内的面积，以减少线路阻抗。

地线对辐射噪声的影响较大，因此布线应尽可能“粗”而“短”。

开关电源中存在高频、高电压的电流路径，因此需要在布置元件及决定布线距离时考虑安全规格。

功率 MOSFET 的 ON 电阻  $R_{DS(ON)}$  为正值的温度系数，因此热设计时需注意。

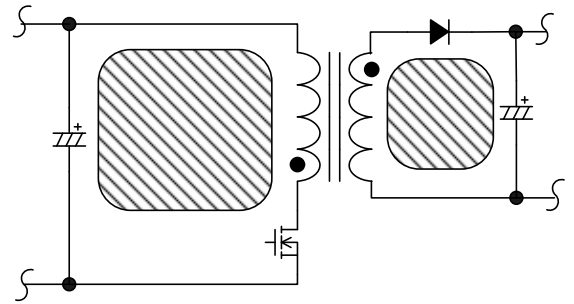


图 9-3 高频环路（斜线部分）

IC 周围电路及二次侧整流平滑电路的连接示例如图 9-4 所示。

#### • IC 周边电路

- (1) S/OCP 引脚附近 (S/OCP 引脚 ~  $R_{OCP}$  ~ C1 ~ T1 (P 绕组) ~ D/ST 引脚) □ 此布线为开关电路流过的主电路布线方式，因此布线时应尽可能使其“粗”而“短”。

IC 和输入电解电容 C1 距离较远时，为了减小高频电流环路的阻抗，在变压器或 IC 的附近增加电解电容或薄膜电容 (0.1 $\mu$ F 左右/与所施加电压相适应的耐压品) 等。

- (2) GND 引脚附近 (GND 引脚 ~ C2 (一侧) ~ T1 (D 绕组) ~ R2 ~ D2 ~ C2 (+侧) ~  $V_{CC}$  引脚) □ 此布线为 IC 电源供给所用的布线方式，因此布线时尽可能使其“粗”而“短”。

IC 和电解电容 C2 距离较远时，在  $V_{CC}$  引脚和 GND 引脚附近增加薄膜电容  $C_f$  (0.1 $\mu$ F ~ 1.0 $\mu$ F 左右/ (50V)) 等。

- (3) 电流检测电阻  $R_{OCP}$  附近 □  $R_{OCP}$  布置在 S/OCP 引脚附近。

布线的公共阻抗和开关电流不影响控制电路，因此主电路系统和控制系统的接地连接在  $R_{OCP}$  附近，使用专用线路由  $R_{OCP}$  连接至 GND 引脚 (图 9-4 中的 A 点)。

#### • 二次侧整流平滑电路 (T1 (S 绕组) ~ D4 ~ C6)

此布线为开关电路流经的二次侧主电路布线方式，因此在布线时应使其尽可能“粗”而“短”。

如果整流布线呈细长状，则寄生电感会增加，因而关闭功率 MOSFET 时产生的浪涌电压会增加。

考虑了二次侧整流布线的线路设计，可以扩大功率 MOSFET 的耐压余量，降低钳位缓冲电路的应力及损耗。

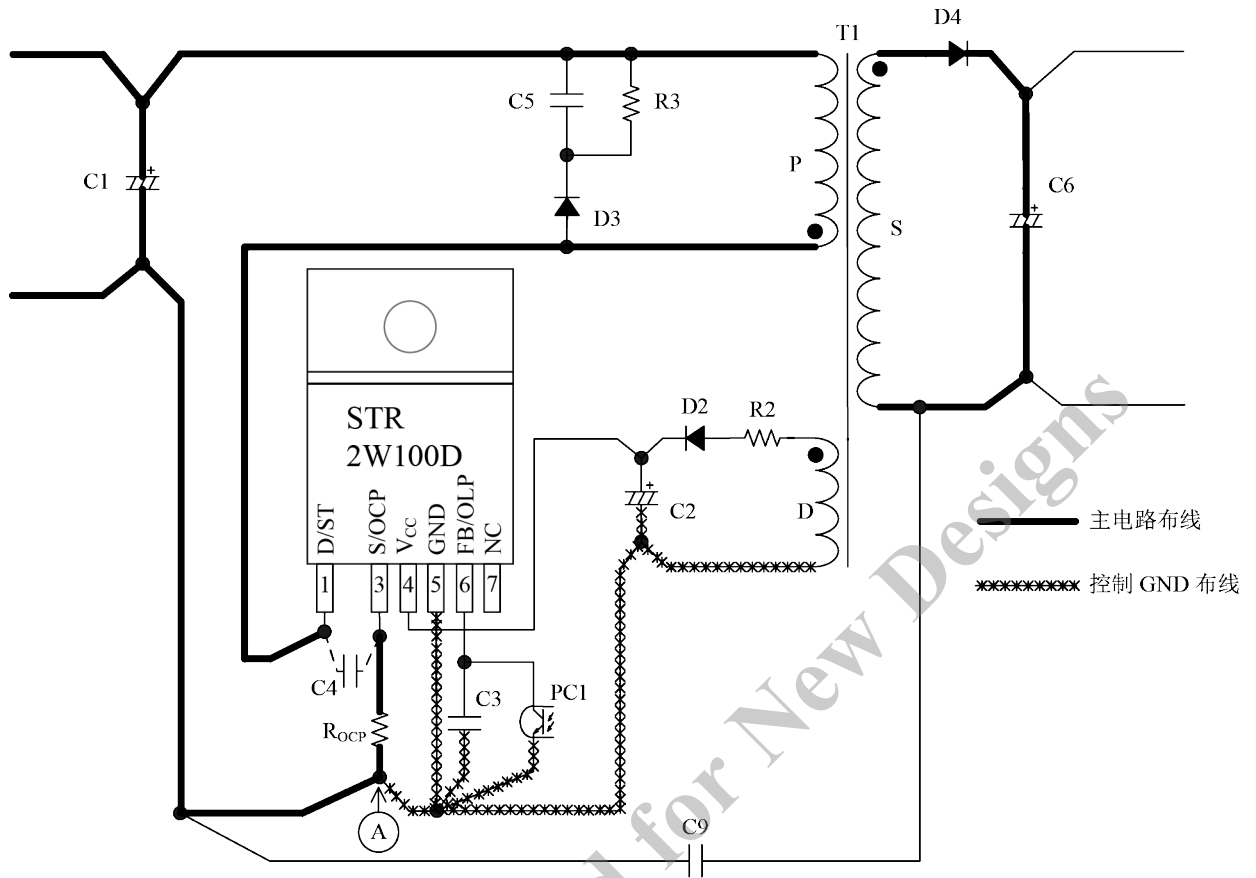


图 9-4 电源 IC 周围电路的连接示例

## 注意事项

- 本资料中记载的内容如因改良需要而有所变更，恕不另行通知。  
使用时，请确认获得的是最新资料。
- 本书中记载的工作示例及电路示例仅供参考，由此产生的我公司或第三方的工业所有权、知识产权以及其它权利侵害，本公司概不负责。
- 我公司在品质、可靠性上做了最大努力，但作为半导体产品，会不可避免地发生一定概率的缺陷和故障。为了在产品故障时不引发人身伤害、火灾事故、社会损失等，请使用者担负责任，确保所设计的装置和系统具有充分的安全性。
- 本书中记载的产品设计用于一般电子设备（家电产品、办公设备、通信终端设备、测量设备等）。如果需要用于有高可靠性要求的装置（运输设备及其控制装置、交通信号控制装置、防灾/防水装置、各种安全装置等），以及虽然是普通电子设备，但要求具备长使用寿命时，请务必与本公司的销售部门联系。  
对于可靠性要求非常高的装置（航空宇宙设备、核能控制、用以维护生命的医疗设备等），没有本公司的书面同意不得使用。
- 使用本公司产品或将其用于设计各种装置时，针对额定值采取多大程度的降额设计，对产品可靠性的影响很大。  
所谓降额，是指为了确保或提升可靠性，设定小于各额定值负载的工作范围或考虑浪涌及干扰等因素。影响降额的因素一般包括电压、电流、功率等电气应力、环境温度、湿度等环境应力、半导体产品自身发热产生的热应力等。以上应力还需考虑瞬时数值或最大值、最小值。  
此外，大功率设备及内置大功率设备的集成电路自身发热量很大，接合部温度的降额程度对可靠性的影响非常大，应引起足够的重视。
- 使用本书中记载的产品、在本书所记载的产品中组装其它产品、元件或对这些产品进行物理、化学或其它加工和处理时，请使用者负责，首先研究其可能存在的风险。
- 本书记载的产品未进行抗辐射设计。
- 对于非本公司物流网络所实施的运输、产品掉落等导致的故障，本公司不负任何责任。
- 未经本公司书面允许，严禁转记复制本书记载的内容。