



## 概述

# 快速关断智能型整流器

FS6908A 是一个模拟低压降二极管集成电路，结合一个外部开关，取代在高效率反激电压转换器中的肖特基二极管。该芯片将外部同步整流器(SR) MOSFET 的正向压降控制在 40mV 左右，当电压为负时立即将其关闭。在低输出电压电池充电的应用中 FS6908A 可以为自己产生供电电压。可编程的振铃检测电路，防止 FS6908A 在 DCM 和准谐振工作期间的错误开启。

FS6908A 为节省空间的 TSOT23-6 封装。

## 特点

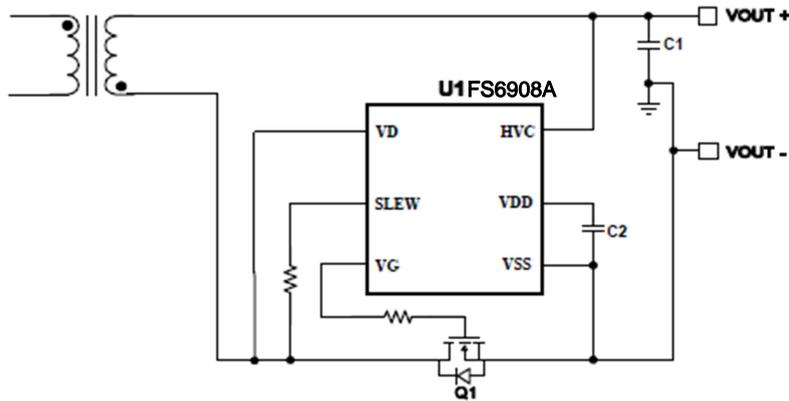
- 支持低边整流应用
- 可低至0V的宽输出电压范围工作
- 无辅助线圈低输出整流下自供电工作。
- 12V标准和5V逻辑电平SR MOSFETS方式工作。
- 符合能源之星1W待机的要求。
- <30ns 快速关闭和打开延迟时间。
- <100uA 静态电流。
- 支持 DCM, Quasi-Resonant 和 CCM 工作方式。
- 典型笔记本适配器中电能节约达1.5W。
- TSOT23-6 封装

## 应用

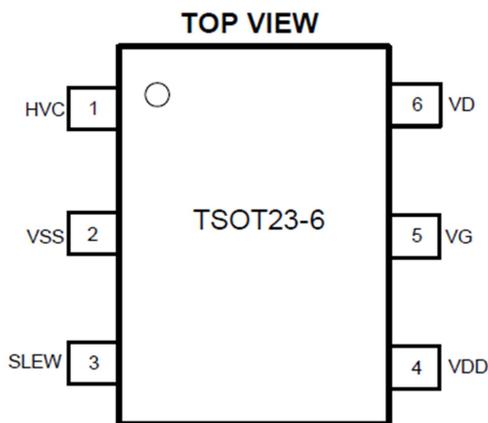
- 工业电力系统。
- 分散电力系统。
- 电池电力系统。
- 反激式电源变换器。



### 典型应用



### 封装形式



### 极限值

VDD to VSS .....	-0.3V to +14V
VG to VSS .....	-0.3V to +14V
VD to Vss .....	-1V to + 200V
HVC to VSS .....	..-1V to + 80V
SLEW to VSS .....	-0.3V to +6.5V
连续功率损耗 (TA = +25°C)	
结温.....	150°C
引脚温度 (焊接) .....	260°C
存储温度 .....	-55°C to +150°C



## 推荐工作条件

VDD to VSS ..... 3.6 to 13V

最大节点温度 (TJ) ..... +125°C

## 热阻

 $\theta_{JA}$      $\theta_{JC}$ 

TSOT23-6 ..... 220 ..... 110 °C /W

## 电特性

VDD=5V. TJ=-40°C~125°C, 条件温度: 25°C, (除非特殊说明) .

参数	符号	条件	Min	Typ	Max	Units
<b>电源管理部分</b>						
VDD UVLO 开启				4		V
VDD UVLO 回差			0.1	0.2	0.35	V
VDD 最大充电电流	IVDD	VDD=7V, HVC=40V		60		mA
		VDD=4V, VD=30V		30		
VDD 稳压		VD=12V, HVC=12V		9.5		V
		HVC=3V, VD=12V		5.2		
工作电流	ICC	VDD=9V, CLOAD=2.2nF, FSW=100kHz		2.9		mA
		VDD=5V, CLOAD=2.2nF, FSW=100kHz		1.72		
静态电流	Iq(VDD)	VDD=5V		100	130	uA
关机电流	ISD(VDD)	VDD=UVLO-0.05V			100	uA
<b>控制电流部分</b>						
VSS-VD 正向稳压值	Vfwd			40		mV
打开门限 (VDS)	VLL-DS			-86		mV
关闭门限 (VSS-VD)				0		mV
打开延时	TDon	CLOAD = 2.2nF		30		ns
关闭延时	TDoff	CLOAD = 2.2nF		30		ns
打开消隐时间	TB-ON	CLOAD = 2.2nF		1.97		us
关闭消隐VDS 门限	VB-OFF		2		3	V
打开上升检测时间		Rslew=100kohm, Vds from 2.5V step down.		60		ns
<b>门驱动部分</b>						
VG (Low)	VG-L	ILOAD=10mA or		0.02	0.1	V



		100mA				
VG (High)	VG-H	ILOAD=10mA or 100mA		VDD		V
最大输出电流				0.5		A
最大输入电流				3		A
下拉阻抗		同 VG(Low)		1		$\Omega$

管脚功能

脚 #	名称	功能
1	HVC	HV 线性稳压源输入。
2	VSS	地，同时用于VD的FET源端检测参考。
3	SLEW	用于打开时信号变化速率检测的设定，为防止SR控制器在DCM或QR模式下，由于VD端低于门限的振铃错误地打开，任何慢于设定速率的信号都不能打开VG。
4	VDD	线性稳压源输出，电源 FS6908A
5	VG	栅驱动输出。
6	VD	FET 漏电压检测。

框图

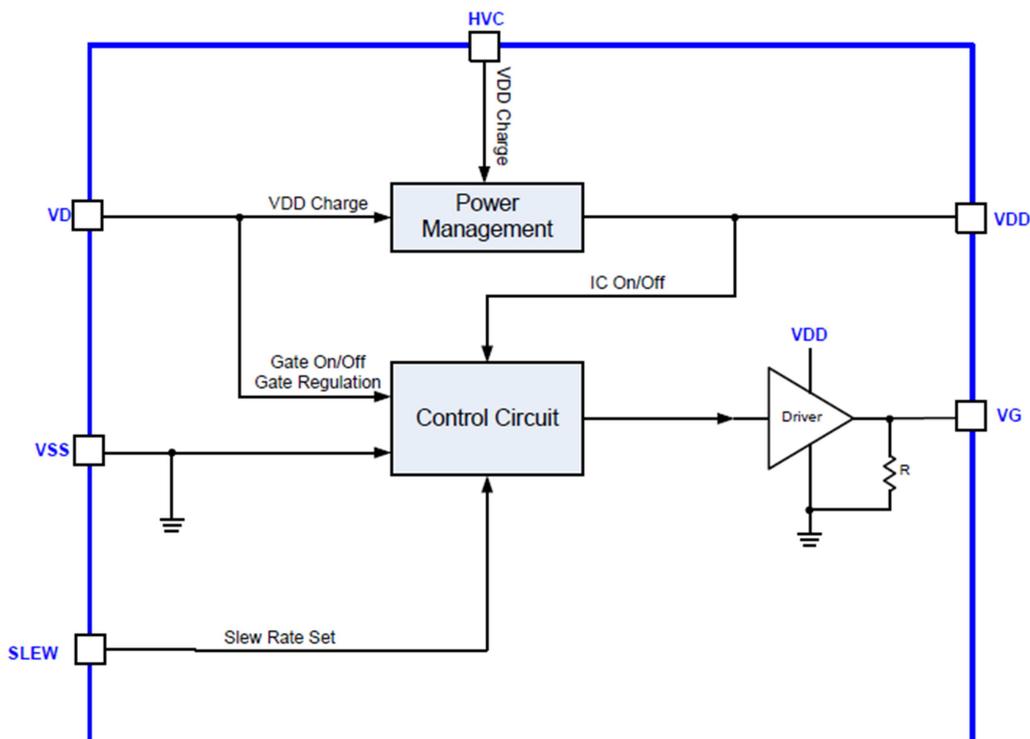


图 1, 功能框图



## 工作原理

FS6908A 支持 DCM 和准谐振反激变换器以及 CCM 模式下的工作。控制电路以正向模式控制栅极，当 SR MOSFET 电流降至零时，将栅极关闭。

### 启动和 VDD 生成

HVC 是线性稳压器的输入，输出为 VDD。VDD 稳定在 9.5V，为包括 VG 的 FS6908A 供电。这里的 HVC 可以是低边整流的 VOUT 直流电压或者如 SR MOSFET 的漏极交流电压。当 HVC 在 4.7V 以上时，线性稳压源的最大充电电流为 70mA，对 VDD 端外部 1uF 电容充电。当 HVC 高于 10.5V 时，VDD 稳压在 9.5V。VDD 以 0.7V 降压差跟随 HVC (即  $VDD = HVC - 0.7V$ ) 变化，直至 HVC 下降到 4.7V。当 HVC 降至 4.7V 以下时，来自 VD 的 40mA 输出电流会给 VDD 充电，稳压在 5.2V。

### Under-Voltage Lockout (UVLO)

当 VDD 增加到 4V 以上时，FS6908A 退出 UVLO 并启用。一旦 VDD 低于 3.6V，FS6908A 即进入睡眠模式，VG 保持在低电平。

### 开机阶段

当 VDS (VD-VSS) 通过 2V 时，开机计时器启动。此开机计时器可由在 slew 脚的外部电阻编程。如果 VDS 在定时器设定的时间内从 2V 达到 -86mV 的开机阈值，经 FS6908A 的开机延时约为 30ns 后，MOSFET 将被打开(如图 2 所示)。如果定时器关闭后 VDS 通过 -86mV，栅极电压 VG 将保持关闭状态。这个开机计时器是为了防止 FS6908A 由于 DCM 和 QR 操作的振铃而误开机。TSLEW 的编程公式如下：

$$T_{SLEW} = R_{SLEW} \times \frac{20ns}{100k\Omega}$$

### 打开消隐

控制电路具有消隐功能。当它拉开 MOSFET 时，确保开启状态至少持续一段时间。打开消隐时间为 ~1.97us 以防止振铃导致的意外关断，这期间关断阈值被消隐(如图 2 所示)，输入电流的能力限制在 ~2.5mA。但是，如果 Vds 不仅达到了 0mV 的关断阈值，而且一直升到 2-3V，即使没有满足 ~1.97us 的最小时间，VG 也会立即



被拉低。

### 导通阶段

当  $V_{DS}$  上升高于正向电压降(-40mV)时, FS6908A 会根据开关电流的减小而拉低栅极电压电平, 使同步 MOSFET 的导通电阻增大, 从而缓解  $V_{DS}$  的升高。

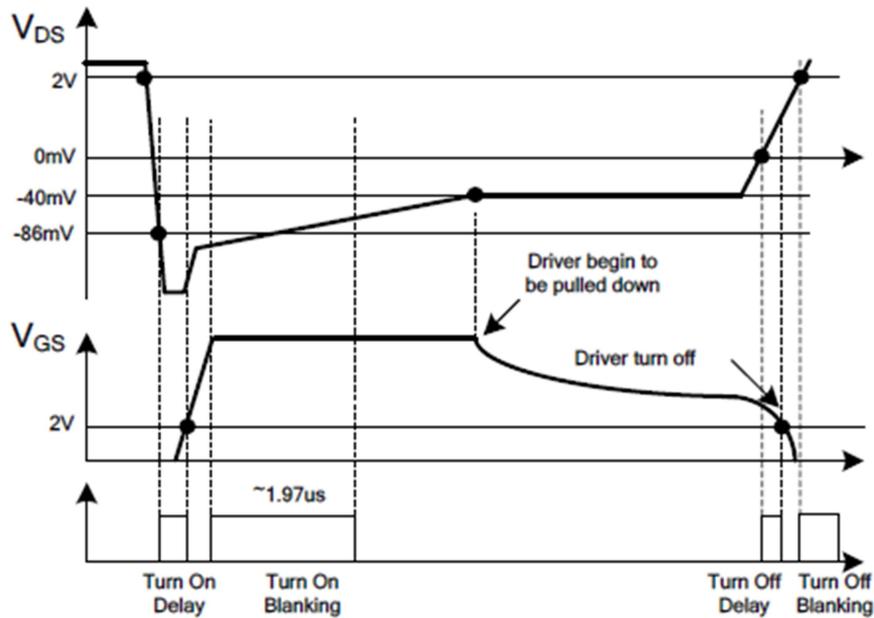


图 2, 开关机时序图

如图 2 所示, 在这种控制方案下, 即使通过 MOSFET 的电流较低,  $V_{DS}$  也会被调整到-40mV 左右, 该功能可以使驱动电压在同步 MOSFET 即将关闭时处于非常低的电平, 从而提高了关闭速度。

### 关断阶段

当  $V_{DS}$  升高触发关断阈值(0mV)时, 经过很短的关断延时(15ns), 门极电压被拉至零, 如图 2 所示。

### 关断消隐

当  $V_{DS}$  触碰关断阈值(0mV), 将门驱动器  $V_G$  拉到零后, 将插入一个关断消隐时间, 期间门驱动器信号被锁定。当  $V_{DS}$  电压上升到 2V 以上时, 移除关断消隐(如图 2 所示)。



典型系统示意图

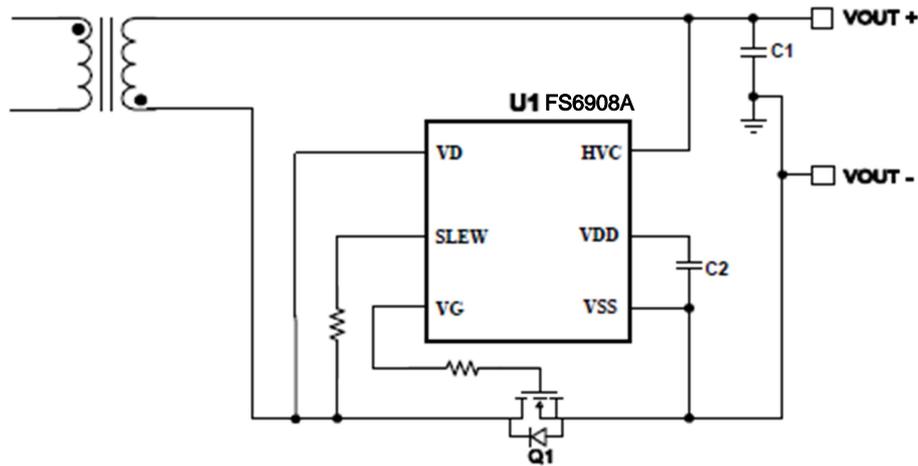


图 3— FS6908A 低边整流

图 3 是以输出电压  $V_{OUT}$  输出作为 IC 电源的典型系统实现，可用于低边整流。由于 HVC 的工作范围在  $0V - 180V$  之间，FS6908A 在  $V_{OUT}$  降至  $0V$  进行低边整流时也能支持大部分应用。当  $V_{OUT}$  (HVC) 高于  $10.5V$  时，VDD 被稳压在  $9.5V$ 。VDD 以低  $0.7V$  压差跟随  $V_{OUT}$  (HVC) 变化，直至  $V_{OUT}$  低于  $4.7V$ 。当  $V_{OUT}$  降至  $4.7V$  以下时，来自 SR MOSFET Q1 (VD) 漏极输出的另一个  $40mA$  电流源将向 VDD 充电，再次调节到  $5.2V$ 。

### SR MOSFET 的选择

功率 MOSFET 的选择是一个  $R_{DS(ON)}$  和  $Q_g$  之间的权衡。为了获得更高的效率，MOSFET 的  $R_{DS(ON)}$  越小越好，然而  $R_{DS(ON)}$  越小则  $Q_g$  越大，使开关速度越低，导致更大的功率损耗，包括驱动损耗。FS6908A 中，当开关电流非常小时，在驱动期，由于  $V_{DS}$  调整在约  $-40mV$ ，不推荐太低  $R_{DS(ON)}$  的 MOSFET。因为当  $V_{DS} = -I_{SD} \times R_{DS(ON)}$  超过大于  $-40mV$  时，门驱动器将开始被拉低，这使得 MOSFET 的  $R_{DS(ON)}$  不会助长导通损耗(导通损耗  $P_{CON} = -V_{DS} \times I_{SD} \approx I_{SD} \times 40mV$ )。

图 4 为典型的 QR 反激波形。假设占空比为  $50\%$ ，输出电流为  $I_{OUT}$ 。

为了充分利用 MOSFET 的  $R_{DS(ON)}$ ，希望至少  $50\%$  的 SR 传导周期内 MOSFET 完全打开。

$$V_{ds} = -I_c \times R_{on} = -2 \cdot I_{OUT} \times R_{on} \leq -V_{fwd}$$



其中  $V_{DS}$  为 MOSFET 漏源电压， $V_{fwd}$  为 FS6908A 的正向电压阈值约 40mV。  
所以 MOSFET 的  $R_{DS(ON)}$  建议不低于约  $20 / I_{OUT}(m\Omega)$ 。（例如，5A 应用时，  
MOSFET 的  $R_{DS(on)}$  建议不低于 4 m $\Omega$ ）。

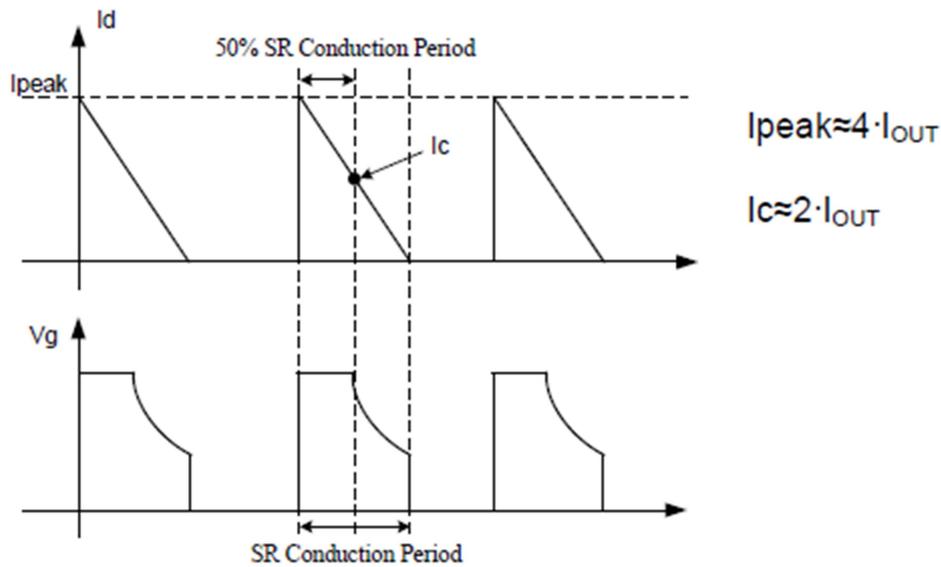
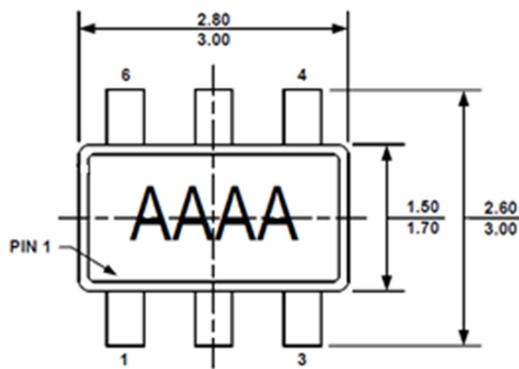


Figure 4—QR 反激模式中同步整流典型波形

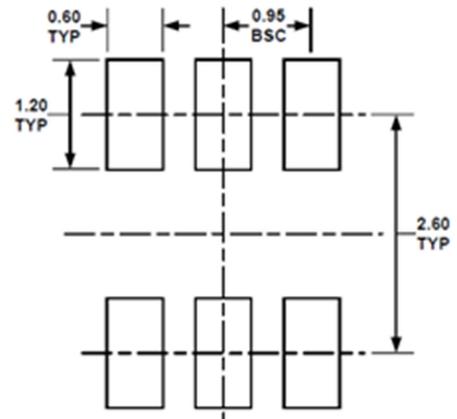


封装参数

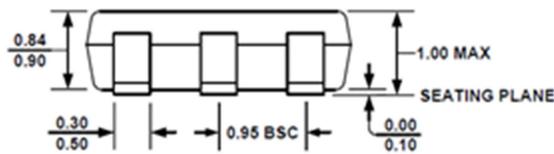
TSOT23-6



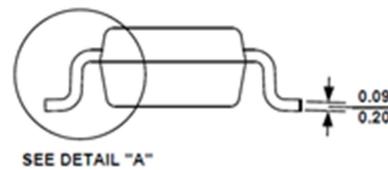
TOP VIEW



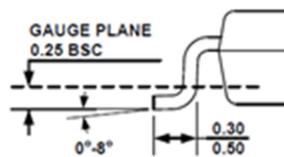
RECOMMENDED LAND PATTERN



FRONT VIEW



SIDE VIEW



DETAIL "A"