

高性能双通道智能同步整流控制器

概述

WS2994E是一款高性能双通道同步整流控制器，应用于半桥LLC谐振变换器的输出侧整流，可实现对MOSFET的优化控制。通过检测整流MOSFET的Vds电压，控制MOSFET可靠的开通和关断，从而取代肖特基二极管，提高半桥LLC变换器的效率。

WS2994E根据输出负载大小，能自适应调整驱动能力来达到调节开通延迟，以防止轻载时的容性电流导致的误开通等。WS2994E具有环保特性，当负载电流降低到一定程度时，将栅极驱动关闭，从而将IC损耗电流限制在140uA以下。WS2994E的快速关断能力可支持连续导通模式(CCM)和断续导通模式(DCM)工作。

该 IC 集成度高，外围设计精简，采用 SOP-8 封装。

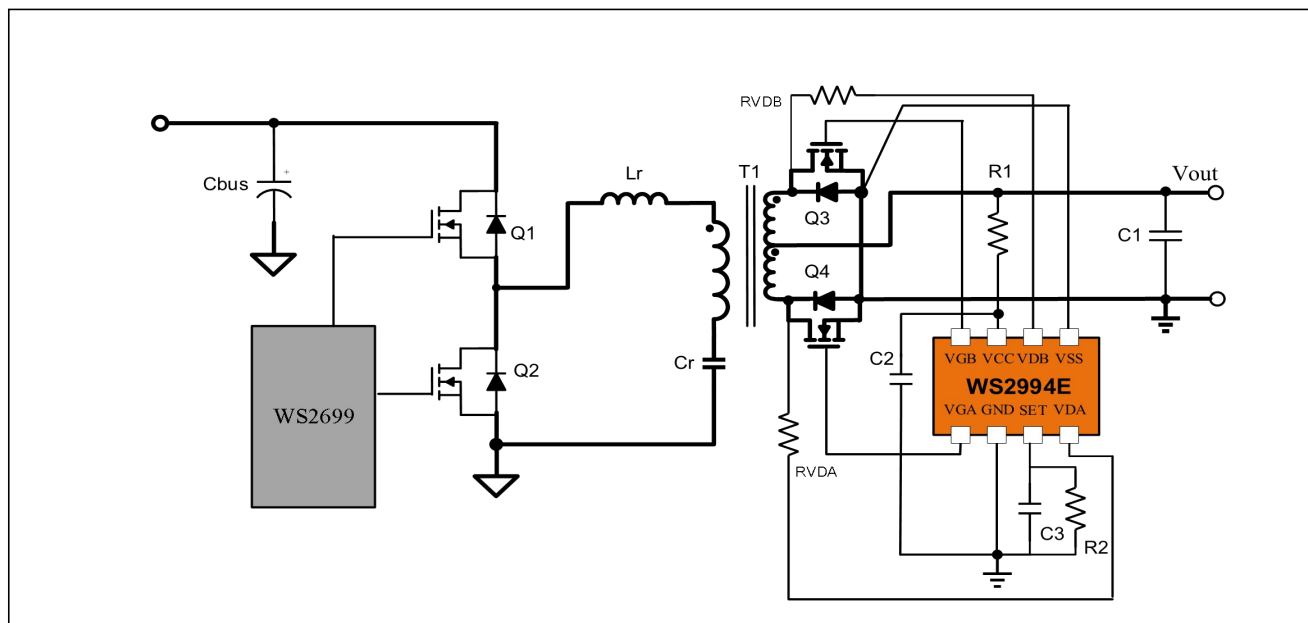
特点

- VDA, VDB对地最大电压120V
- VCC工作范围宽，支持5V ~ 35V的电压应用
- 无驱动输出时，实现140uA低静态电流
- 快速关断，适用于CCM, CrCM和DCM工作模式
- 驱动电压最高可达11.5V，支持所有的MOSFET
- 外围简单，性价比高
- 双通道具有互锁功能
- SOP-8封装

应用领域

- AC/DC 适配器
- PC 电源或一体机电源
- LCD 电视电源
- 工业，医疗等其它电源

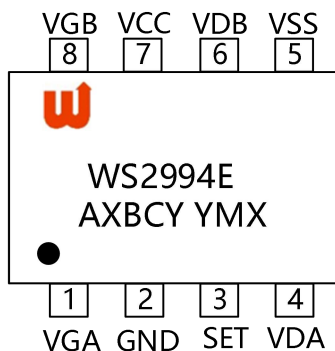
典型应用图



注：VDA,VDB 必须串接电阻，推介值：1.0kΩ—3.0kΩ。

引脚定义与器件标识

WS2994E 提供了 SOP-8 封装，顶层如下图所示：



WS2994E: Product Code

AX: 晶圆版本

B: 封装厂代码

C: MOS 代码

Y: 线材代码

YM: 年月

X: 流水号

订购信息

封装形式	芯片表面标识	采购器件名称
8-Pin SOP-8,Pb-free	WS2994E	WS2994E

极限参数⁽¹⁾

参数	极限值	单位
VCC to VSS	-0.3~38	V
GND to VSS	-0.3~0.3	V
VGA,VGB to GND	-0.3~20	V
VDA,VDB to VSS	-0.8~120	V
SET to VSS	-0.3~6.5	V
最大承受功耗 ⁽²⁾ (Ta=25℃)	1.4	W
最大结温	150	℃
焊锡温度 (焊锡, 10 秒)	260	℃
存储温度	-55~150	℃
θ_{JA}	90	℃/W
θ_{JC}	45	℃/W

注1: 最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。

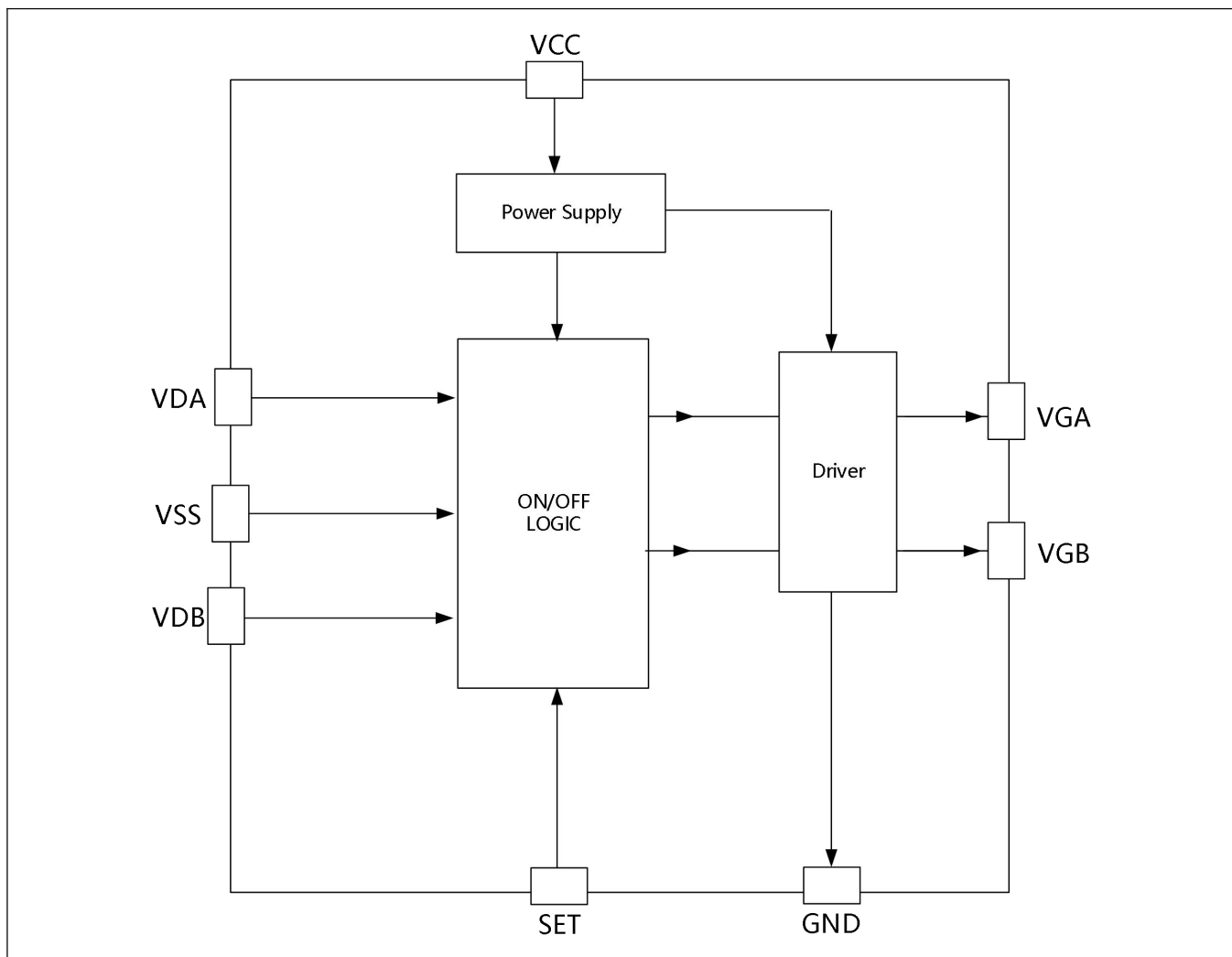
注2: 最大承受功耗是由最大节温 $T_{J(MAX)}$ ，环境热阻 θ_{JA} 和环境温度 T_A 三部分组成。最大功耗是由 $P_{D(MAX)}=(T_{J(MAX)}-T_A)/\theta_{JA}$ 计算得来。超过最大允许的功率损耗会导致芯片温度过高，进入热关闭状态。内部热关闭电路保护芯片免受永久性损坏。

推荐工作范围⁽³⁾

参数	值	单位
VCC to VSS	5~35	V
VDA,VDB	108	V
T_j	-40~125	℃

注3: 芯片不保证在其工作条件之外正常工作。

电路内部结构框图



装引脚功能说明

引脚号	引脚名	功能说明
1	VGA	通道 A 的 MOS 管驱动输出
2	GND	功率地。驱动脉冲路径
3	SET	电压小于 0.35V 进 Disable 模式
4	VDA	通道 A 的 MOS 管 Drain 电压检测脚
5	VSS	VDA 和 VDB 的电压采样信号参考
6	VDB	通道 B 的 MOS 管 Drain 电压检测脚
7	VCC	IC 供电脚，最高应用电压 35V
8	VGB	通道 B 的 MOS 管驱动输出

WS2994E 快速关断双通道智能同步整流控制器



电气特性参数

条件: $V_{CC}=12V$, $T_J=-40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$ 。(除非特别注明)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源管理 VCC						
IC 开通电压	V_{CC-on}			4.6		V
UVLO 滞环电压	V_{CC-hys}			0.3		V
静态电流	I_Q	IC 工作, 但无 GATE 驱动		2.3		mA
节能电流	I_{GM}	节能模式下		140		uA
同步整流开关控制 (VDA, VDB, VSS)						
开通阈值	V_{th-on}	$V_{CC}=12V$	-280	-230	-180	mV
Vds 调节电压	$V_{th-off2}$			-37		mV
关断阈值	V_{th-off}			+38		mV
开通延迟	T_{don}	$T_{GM} < T_{GM-EXIT}$		100		ns
开通屏蔽时间	T_{bon}	$C_{LOAD}=4.7nF$		0.9		us
关断屏蔽时间	T_{boff}	$C_{LOAD}=4.7nF$		1.6		us
节能控制						
SR 关断判断阈值	V_{th-b}	在 T_{bon} 之后才有效		2		V
判断进入节能时间	T_{GM-ENT}			45		us
判断退出节能时间	$T_{GM-EXIT}$			1		Cycle
IC 使能 (SET)						
关断 IC	V_{IC-DIS}		0.2	0.3	0.4	V
驱动部分						
驱动钳位电压		$V_{CC}=12V \sim 35V$		11.5	13	V
驱动低电平					0.7	V
灌电流	I_{SOURCE}			200		mA
下拉阻抗	I_{Sink}			0.6	1.5	Ω
驱动传输延迟				15		ns
关断总延迟	$T_{D-Gateoff}$	$V_{DA}=V_{SA}$, $C_{LOAD}=4.7nF$, $R_{GATE}=0\Omega$, $V_{GS}=2V$		35	80	ns
		$V_{DA}=V_{SA}$, $C_{LOAD}=10nF$, $R_{GATE}=0\Omega$, $V_{GS}=2V$		45	100	
过温保护						
关断温度	T_{OTP}			160		$^{\circ}C$
恢复滞缓	$T_{OTP-hys}$			20		$^{\circ}C$

功能描述

WS2994E是一款应用于半桥LLC谐振变换器输出侧整流的双通道控制器，可支持CCM, CrCM和DCM工作，并自动实现优化控制。WS2994E外围简单，保护可靠。下面的章节分别详细介绍它的各个功能模块。

启动与欠压锁定 (VCC)

WS2994E的VCC最大电压可高达35V。当VCC电压低于UVLO阈值时，WS2994E的驱动输出保持为低电平，且进入休眠模式。当VCC电压大于UVLO时，IC内部电路开始工作。

使能功能 (SET)

如果SET脚电压小于0.3V，WS2994E将关断驱动输出，此时IC工作电流小于140 uA；当SET信号重新拉高时，驱动信号只有在下一个整流周期到来时才能恢复工作。

SET脚需要对GND并接一个陶瓷电容来滤除干扰；电容越大滤波效果越好，但启动速度相对较慢，选择时两者需要兼顾；一般推荐值：1nf到10nf。

屏蔽第一个开通周期

在IC起机使能后，或退出节能模式时，为了预防SR在体二极管导通期间开通，防止因为MOSFET而导致直通现象，IC会屏蔽第一个开管周期，在下一个开关周期才开始进入正常的MOSFET开通和关断控制。

MOSFET 的开通和关断控制

当电流流过同步整流MOSFET的体二极管时，Vds电压远低于开启门限 V_{th_on} ，经过Tdon的延迟后，IC开启驱动输出，如图1所示。

当MOSFET开通后，将持续保持一段时间Tbon，称为开通屏蔽时间（约0.9us），用来防止振铃引起的误关断。

当MOSFET开启后，MOSFET两端电压Vds完全跟随次级电流Is。随着流过开关的电流减小，当Vds正向压降超过 V_{th_off3} 时，内部GATE驱动电路的上管供电被关断，内部下拉电阻生效，驱动电压以较小斜率缓慢下降；当Vds正向压降超过 V_{th_off2} （-37mV）时，

内部较大下拉电流源生效，驱动电压以较大斜率下降；当Vds正向压降继续上升到关闭阈值 V_{th_off} 时，内部下拉管生效，Gate驱动电压在非常短的关闭延迟之后被拉到0V。Tbon的时间内， V_{th_off} 的值会调到+90mV这样保证在Tbon的时间内，Gate驱动仍然可以关断，保证在一些极端情况下的安全。

在CCM模式时，这个功能使得当SR MOSFET关断时，栅极电压保持在一个较低的电平，提高了关断速度。

Gate驱动电压开始关断时，关断屏蔽时间开始计时，在Tboff时间内，栅极驱动器保持关闭。

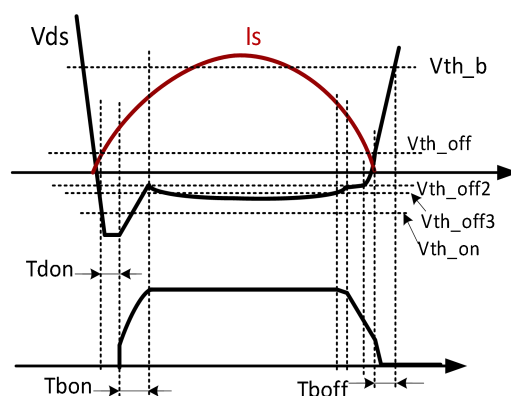


图 1 控制逻辑

驱动逻辑互锁

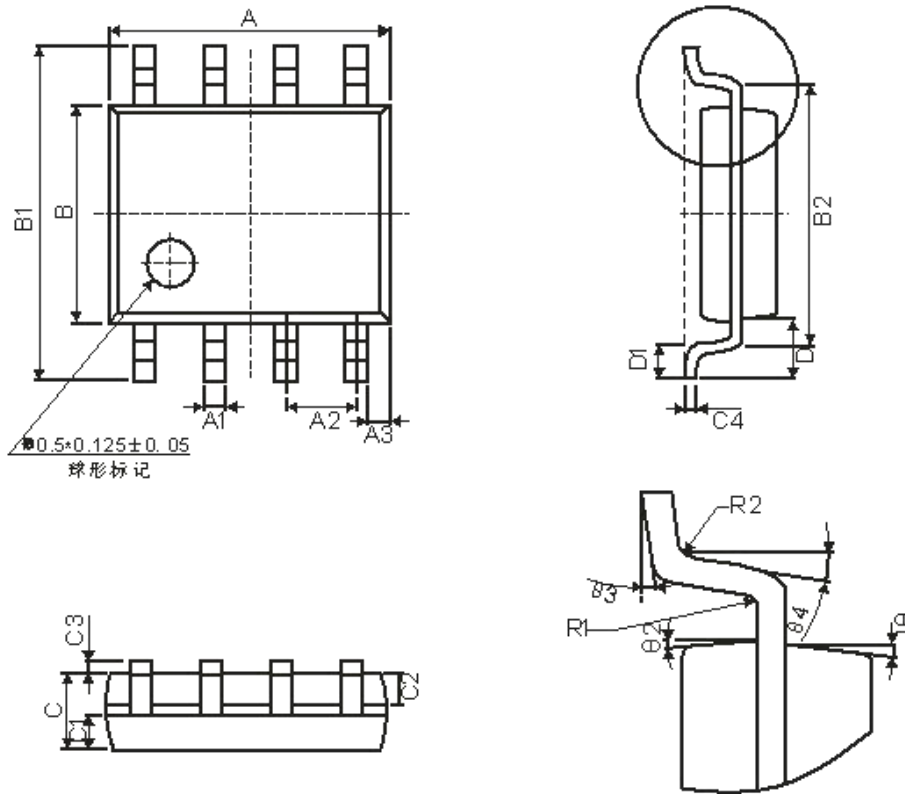
WS2994E具有双通道驱动互锁功能，可以防止两个整流MOSFET之间发生直通。当其中一个驱动通道关闭时，其驱动会进入锁死状态直到另一个通道驱动关闭时才解锁。

内部过温保护

当IC的结温高于过温保护阈值时，驱动关闭，进入过温保护模式，IC退出保护的温回滞为20°C。

封装信息

SOP-8封装外观图



Symbol	Winsemi			
	Dimensions in Millimeters		Dimensions in Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	4.70	5.10	0.185	0.201
B	3.70	4.10	0.146	0.161
C	1.30	1.50	0.051	0.059
A1	0.35	0.48	0.014	0.019
A2	1.27TYP		0.05TYP	
A3	0.345TYP		0.014TYP	
B1	5.80	6.20	0.228	0.244
B2	5.00TYP		0.197TYP	
C1	0.55	0.70	0.022	0.028
C2	0.55	0.70	0.022	0.028
C3	0.05	0.225	0.002	0.009
C4	0.203TYP		0.008TYP	
D	1.05TYP		0.041TYP	
D1	0.40	0.80	0.016	0.031

修订记录

文档 ID	发布日期	更改说明
WS2994E_CN_A1_20240912	20240912	首次发行

注意事项

1. 购买时请认清公司商标，如有疑问请与公司本部联系。
2. 在电路设计时请不要超过器件的绝对最大额定值，否则会影响整机的可靠性。
3. 本说明书如有版本变更不另外告知。

联系方式

深圳市稳先微电子有限公司

公司地址：深圳市南山区国际创新谷8栋A座3101-3102室

邮编： 518055

总机：+86-0755-8250 6288

传真：+86-0755-8250 6299

网址：www.winsemi.com