

概述:

SP5000/SP5001/SP5002 是专为冷阴极荧光灯 CCFL 而开发的高效的电源监控电路。封装形式为 SSOP-20。

SP5000/SP5001/SP5002 采用全桥 ZVS 的构造，提供了对称的交流输出和高于 85% 的效率，使其尤其适合于液晶的背光控制应用之中。该电路可通过检测灯管电流，直接控制 PWM 亮度调整电路的工作。在无电流通过灯管时，SP5000/SP5001/SP5002 提供了一个连续的交流输出，以确保成功地点亮灯管。PWM 亮度调整电路则在灯管点亮之后立即启动。

SP5000/SP5001/SP5002 内含一个箝位电压控制回路，通过亮度和灯管电流检测器，提供更可靠的开启和关闭灯管保护，保护变压器。

SP5000/SP5001/SP5002 采用了高压 CMOS 工艺设计，可直接驱动 PMOS 开关的输出驱动器，而不需要任何的推动电路。

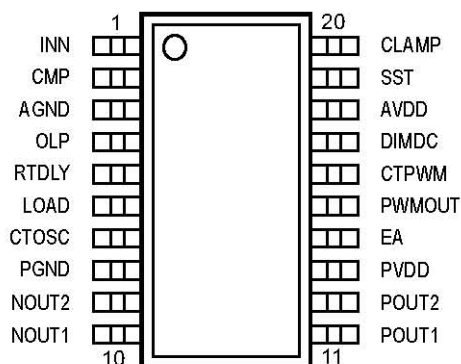
特点:

- 电源电压 4.5V~13.2V
- 高转换效率
- 内置亮度调节电路
- 软启动时间可设定
- 开灯保护时间可设定
- 开关控制零电流待机状态
- 高压满幅的图腾柱式输出结构
- 低功耗 CMOS 工艺

应用:

- 冷阴极荧光灯系统
- 笔记本电脑
- LCD 显示器
- 液晶电脑
- 液晶电视
- 个人数字助理 PDA
- 导航装置 (GPS 设备)
- ATM 等金融终端
- 商场 POS 终端

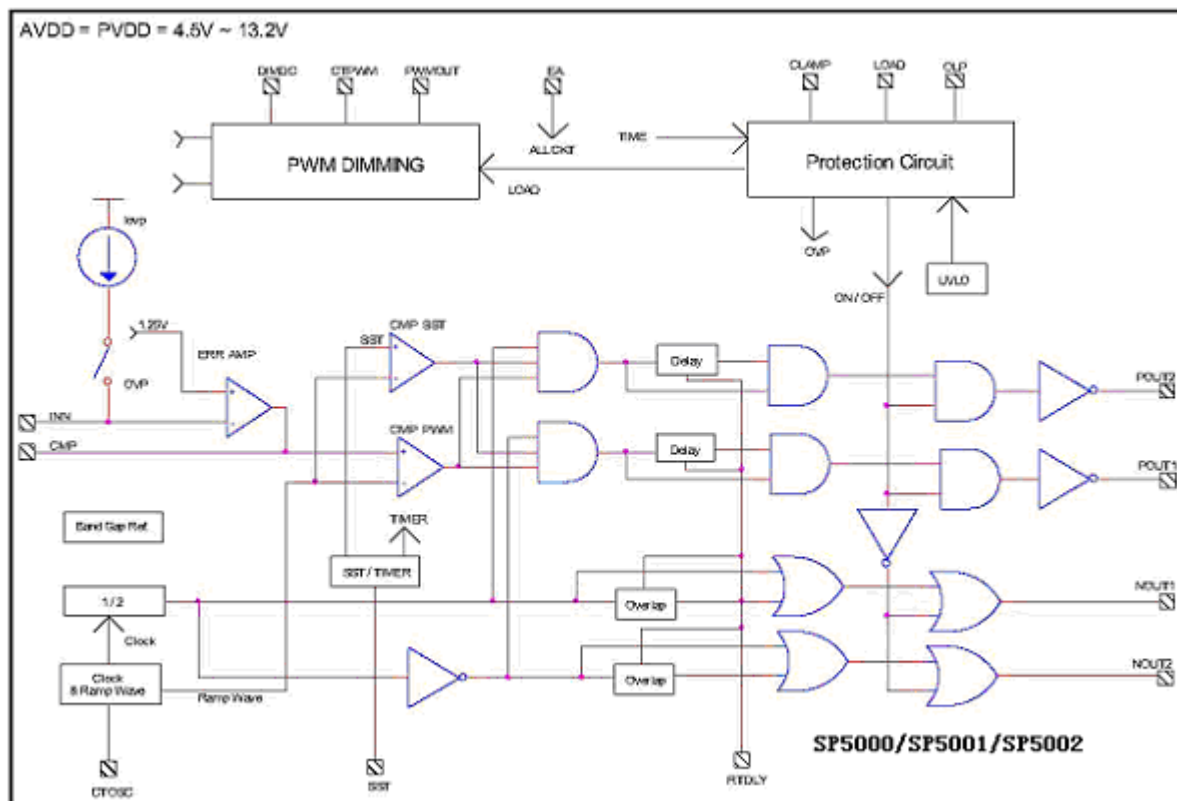
引脚定义:



推荐使用条件:

- 电源电压 ----- 4.5~13.2V
- 工作环境温度 ----- 0~70℃
- 工作频率 ----- 30K~250KHz

功能框图和功能描述:



低压保护:

低电压监视电路在电源电压太低时使输出驱动器关闭，系统关闭所有的输出（输出逻辑高电平）。

能隙基准电压:

一个内置的能隙基准电压，提供了高精度、低温度系数的基准电压。通过放大或分压该基准电压，产生电路中其它需要的电压基准。

过压箝位:

当在 CLAMP 端检测到大于 2.0V 的电压时，一个内置的 180uA 电流将流入 INN 端（误差放大器反相输入端）以限制输出（输出逻辑高电平）。

开关功能:

一个内置的 80K 欧姆下拉电阻连接到 EA 端，提供了不需关闭电源而“开/关”芯片输出的功能；当芯片关闭时，所有的输出被强制为逻辑高电平。

设置 ZVS 工作的 Delay / Overlap 时间:

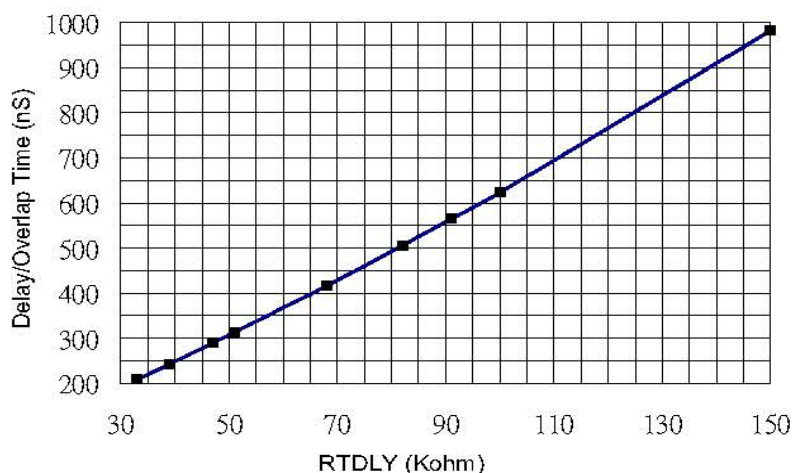
内置延迟发生电路的周期，取决于电阻 R_{RTDLY} 值，控制 CCFL 工作需要的定时电路：如点亮周期、灯工作频率、控制亮度 PWM 频率、以及 ZVS 开关的 T_{Delay} 和 $T_{Overlap}$ 时间。

电阻 R_{RTDLY} 连接到 RTDLY 端，由内部 1.25V 基准电压决定了基准电流：

$$I_{REF} = 1.25V / R_{RTDLY} \quad (1)$$

I_{REF} 决定 T_{Delay} 和 $T_{Overlap}$ 值，在典型的运行状态（5V、25℃）时，它们的关系如下图：

RTDLY vs. Delay/Overlap Time



设置灯管工作频率：

灯管的工作频率可由公式（2）计算：

$$F_{LAMP} = 1.65 / (R_{RTDLY} * C_{CTOSC}) \quad (2)$$

如对于需要工作在 57KHz 的 CCFL，若延时电阻 R_{RTDLY} 为 82K Ω ，就应该接一个 350pF 电容到端子 CTOSC。

软启动和开灯保护：

一个大小为 $0.05 * I_{REF}$ 的镜像电流源，向 SST 端子充电；软启动的斜率 $\Delta V / \Delta T$ 决定于公式（3）：

$$\Delta V / \Delta T = 0.0625 / (R_{RTDLY} * C_{SST}) \quad (3)$$

而点灯需要的时间由公式（4）计算：

$$T_{STRIKE} = 50 * R_{RTDLY} * C_{SST} \quad (4)$$

在 $R_{RTDLY}=82K$ 的情况下，0.047u 电容器接到 SST 端，可设定一个大约 2s 的周期以保证点亮灯管；在这个周期后，若 OLP 端的电压小于 OLP 检测阈值电压，闭锁保护功能将关闭输出驱动至 PVDD。该闭锁状态，可在系统重新启动时恢复。

PWM 亮度调节：

DIMDC 端子的输入电压和三角波电压（SP5000/SP5001 的 V_{p-p} 为 0.5~2.0V，SP5002 的 V_{p-p} 为 0.2~2.0V）进行比较，以产生脉冲宽度调制脉冲。SP5000/SP5001 的三角波频率可由公式（5）设定；SP5002 的三角波频率可由公式（6）设定：

$$F_{PWM} = 0.417 / (R_{RTDLY} * C_{CTDIM}) \quad (5)$$

$$F_{PWM} = 0.347 / (R_{RTDLY} * C_{CTDIM}) \quad (6)$$

PWMOUT 端：

PWMOUT 端如果被拉到 VDD，将使 CCFL 亮度最暗；PWMOUT 端如果被置为悬浮态，将使 CCFL 最亮。对于 SP5001/SP5002，如果施加在端子 DIMD 上的电压小于三角波的波谷值，可使 PWMOUT 端悬浮，以获得 100% 的亮度；对于 SP5000，如果施加在端子 DIMD 上的电压大于三角波的波峰值，可使 PWMOUT 端悬浮，以获得 100% 的亮度。

开灯指示器：

LOAD 端是一个耗尽型晶体管，它的输出状态，受 OLP 端输入信号的控制。当 OLP 端的输入电压小于 OLP 检测阈值电压时，晶体管将 LOAD 端下拉至 GND。正常工作时，LOAD

端的状态是悬浮的。

管脚描述:

标号	名称	I/O	功能描述
1	INN	I	误差放大器反向输入端。
2	CMP	O	误差放大器输出端。
3	AGND	I/O	模拟量控制电路“地”。
4	OLP	I	灯电流检测管脚。 当 Pin4 输入电压小于 OLP 检测阈值电压时，电路处于开灯保护状态。
5	RTDLY	I/O	Pin5 外接电阻，可在其内部产生基准电流； 该电流决定 Pin9~Pin12 输出控制信号的 delay/overlap 时间； 该电流和其它电容组合，可设定软启动时间、亮度控制电路（PWM dimming）的振荡器的频率、灯的工作频率。
6	LOAD	I/O	当 Pin4 检测到灯管电流值在正常范围内时，Pin6 处于悬浮状态； 当 OLP(Pin4)输入电压小于 OLP 检测阈值电压时，一个 200 欧姆的电阻将 Pin6 下拉至低电平。
7	CTOSC	I/O	Pin5 接入的电阻和 Pin7 接入的电容，共同决定灯管的振荡频率。
8	PGND	I/O	输出驱动管的“地”。
9	NOUT2	O	该管脚输出的控制信号用于驱动全桥变换器滞后臂的 NMOS2。
10	NOUT1	O	该管脚输出的控制信号用于驱动全桥变换器超前臂的 NMOS1。
11	POUT1	O	该管脚输出的控制信号用于驱动全桥变换器超前臂的 PMOS1。
12	POUT2	O	该管脚输出的控制信号用于驱动全桥变换器滞后臂的 PMOS2。
13	PVDD	I	输出驱动管的电源；范围：4V~13.2V。
14	EA	I	芯片使能端。1.4V 阈值电压，内接 80K±15%欧姆的下拉电阻。
15	PWMOUT	O	亮度控制电路输出端。该脚功能详见以上的相关说明。
16	CTPWM	I/O	Pin5 接的电阻和 Pin16 接的电容，共同决定 PWM dimming 振荡频率。
17	DIMDC	I	PWM dimming 控制电路输入端。Pin15 的输出波形，是通过 Pin17 接入的直流电位和 Pin16 的三角波相比较而得到的。
18	AVDD	I	模拟量控制电路的电源。
19	SST	O	Pin5 接的电阻和 Pin19 接的电容，设定灯点燃所需时间和软启动斜率。 开灯保护功能，仅在 Pin19 大于 2.5V 后才能有效。
20	CLAMP	I	实现灯管的过压保护功能。当 Pin20 检测到电压大于 2V 时，电流镜提供 180uA 电流流至误差放大器的反相输入端，使灯管熄灭。

极限参数:

参数	符号	范围	单位	备注
模拟电源电压	AVDD	-0.3~+15	V	Ta=25℃
模拟地	AGND	±0.3	V	
驱动电源电压	PVDD	-0.3~+15	V	
驱动地	PGND	±0.3	V	
输入电压		-0.3~VDD+0.3	V	
耗散功率		800	mW	
工作环境温度	Ta	0~+70	℃	
工作结温		+150	℃	
贮藏温度		-55~+150	℃	

直流/交流特性:

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压					
AVDD		4.0		13.2	V
PVDD		4.0		13.2	V
静态电流	12V 工作电流，Ta=25℃		2		mA
基准电压					
输出电压	测量 Pin5	1.2125	1.25	1.2875	V
线性范围	VDD=4.5V~13.2V		2	20	mV
低压保护					
阈值电压	Ta=25℃	3.8	4	4.2	V
误差量	备注 4	0.1	0.2	0.3	V
锯齿波发生器和灯的振荡频率					
工作频率	备注 2	50		250	KHz
波峰	备注 2		2.25		V
波谷			0.75		V
误差放大器					
输入电压	备注 3	0.1		3	V
开环增益		60	80		dB
单位增益带宽		1	1.5		MHz
软启动和开灯保护使能功能					
输出电流	VDD=12V, Ta=25℃		62.5/R _{RTDLY}		mA
开灯电压			2.5		V
开灯保护功能					
OLP 检测 阈值电压	VDD=12V, Ta=25℃ 备注 3	SP5000: 600 SP5001: 600 SP5002: 300			mV
误差量			20		mV
过压嵌位保护					

CLAMP 检测 阈值电压	VDD=12V, Ta=25℃		2.0		V
误差量			20		mV
INN 驱动电流			180		uA
开关机功能					
EA 阈值电压	VDD=12V, Ta=25℃		1.4		V
内部下拉电阻			80k		Ω
亮度控制电路和 PWM 振荡器					
三角波波峰	VDD=12V, Ta=25℃		2.0		V
三角波波谷			SP5000: 0.5 SP5001: 0.5 SP5002: 0.2		V
PWM 频率范围		10		100K	Hz
100%调暗时, Pin17 电压	SP5000			0.5	V
	SP5001	2			
	SP5002	2			
0%调暗时, Pin17 电压	SP5000	2			V
	SP5001			0.5	
	SP5002			0.2	
Pin15 高电位时, 等效上拉电阻			200		Ω
Pin17 电压大于2V时, Pin15 状态			悬浮		
输出特性					
CMOS 输出阻抗	备注 3、备注 4		50		Ω
上升时间	VDD=5V, 1000pF 备注 3、备注 4		110		ns
下降时间			100		ns

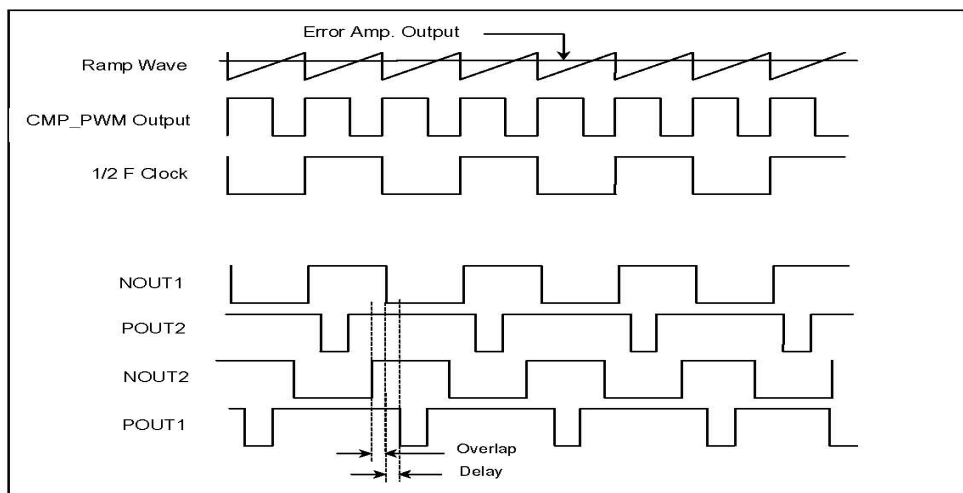
备注 1: 在典型应用中, AVDD 和 PVDD 必须为相同的电压值;

备注 2: 灯的工作频率, 是锯齿波频率的一半;

备注 3: 仅是模拟仿真结果, 并非 100% 测试的结果;

备注 4: 在关闭状态时, 输出驱动电压为 VDD。

时序图:



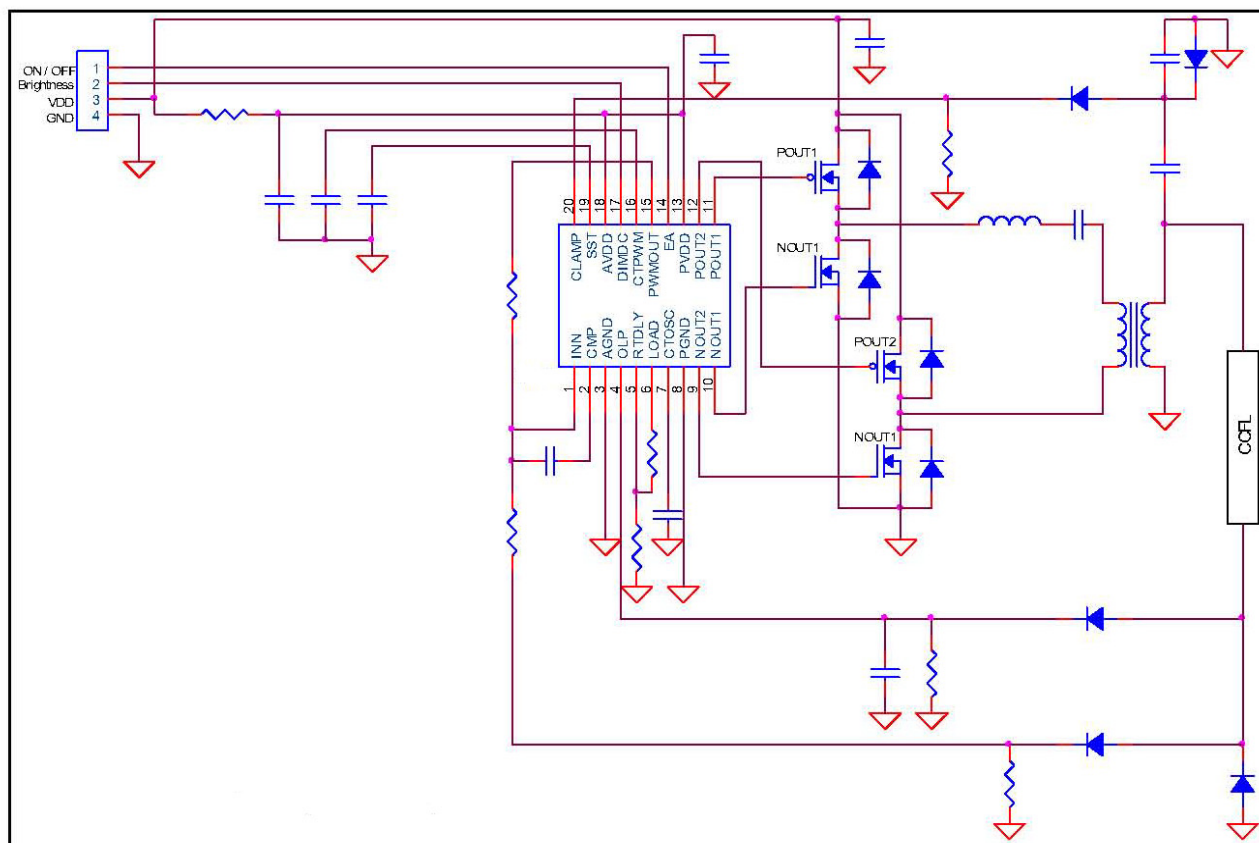
SP5000/SP5001/SP5002 运用了固定频率的全桥驱动方法，来驱动 CCFL。

SP5000/SP5001/SP5002 在低端转换使用 NMOSFET 场效应管，由大于 50% 占空比的固定频率信号驱动；在高端转换使用 PMOSFET 场效应管，由占空比可调节的固定频率 PWM 控制信号驱动。

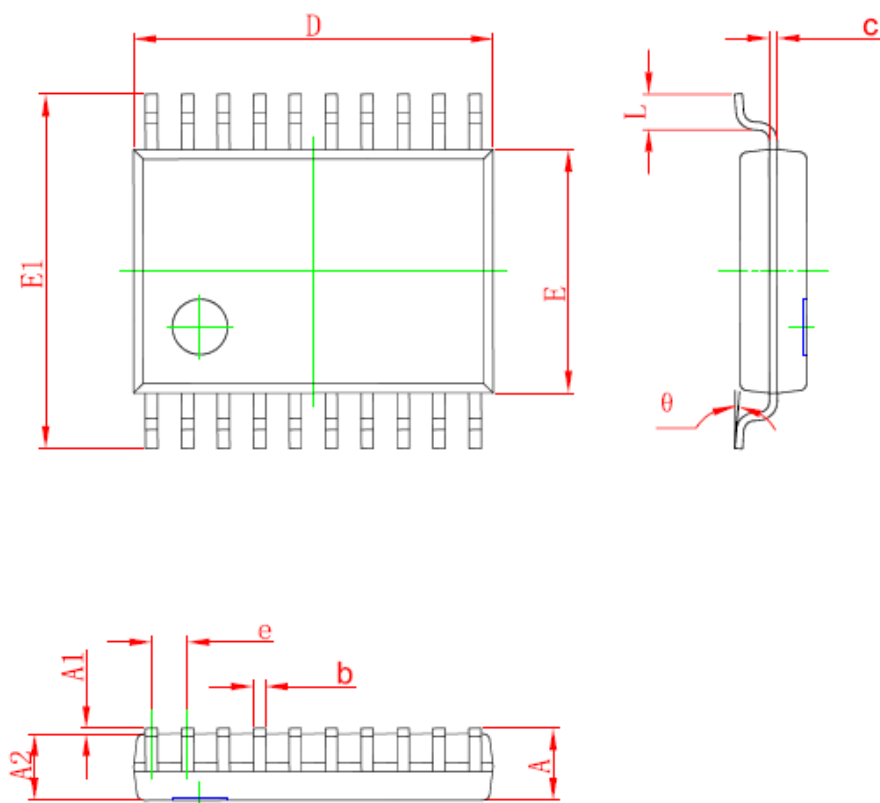
当灯管工作频率设定值高于 LC 回路谐振频率时，对称的 ZVS 转换操作才能执行。

可通过适当改变连接在 RTDLY 端上的电阻值来调整电路参数，以得到合适的 T_{Delay} 和 $T_{Overlap}$ 值。

应用电路：



封装信息:



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A		1.450		0.057
A1	0.050	0.200	0.002	0.008
A2	1.150	1.250	0.045	0.049
b	0.200	0.310	0.008	0.013
c	0.090	0.200	0.004	0.008
D	6.300	6.700	0.248	0.264
E	4.300	4.500	0.169	0.177
E1	6.200	6.600	0.244	0.260
e	0.65BSC		0.026BSC	
L	0.450	0.750	0.018	0.030
θ	0°	8°	0°	8°