

采用PFC的高精度非隔离LED驱动器

主要特点

- 输入通用交流电压时，输出电流变化 $\pm 3\%$
- 高输入功率因数
- 使用较少的外围元件，成本低
- 非隔离 BUCK-BOOST 控制
- 无变压器的简化设计
- QR 操作模式提高效率
- 可编程输出电流设置
- 减弱器件容差，低温度系数
- 欠压保护 (UVLO)
- VDD 26V OVP
- DRV 18V 嵌位电压
- OTP
- 逐周期电流限制
- 防止电感饱和
- LED 开路保护
- LED 短路保护
- CS 脚内置前沿消隐电路
- ZCD 脚内置前沿消隐电路
- 音频无噪声运行
- SOP-8L 绿色封装
- 3000V HBM ESD

基本应用

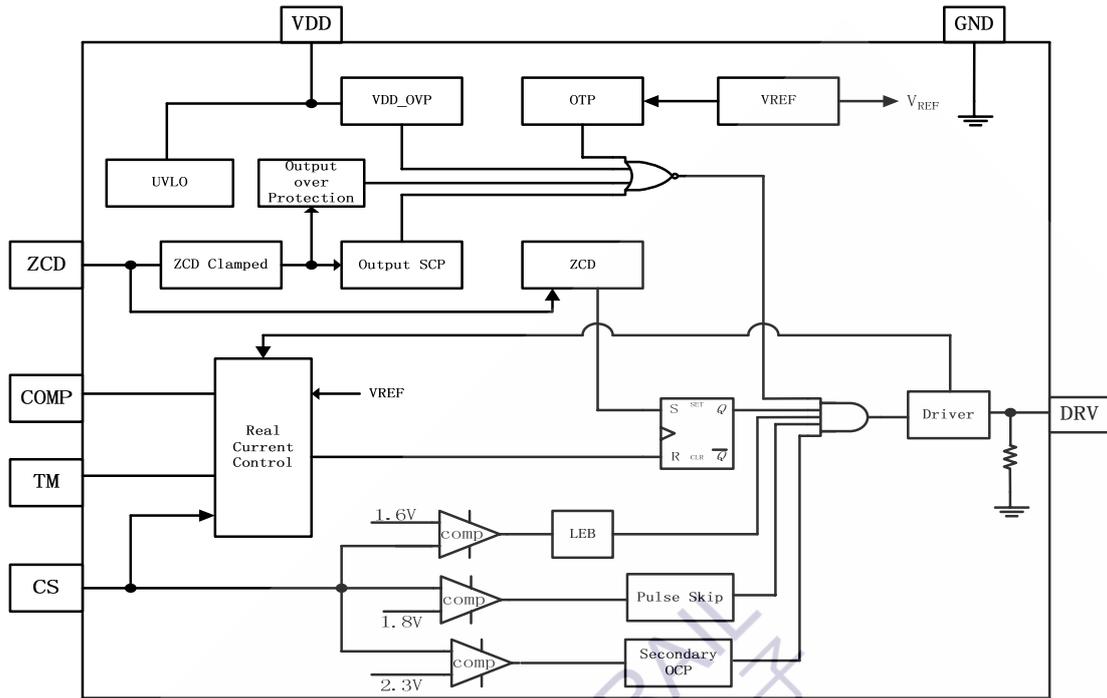
- LED 灯

产品概述

CRM8040 是一款高精度线性 LED 灯控制芯片，具有高功率因数，采用 SOP-8L 封装。自有专利实时电流控制技术能根据 CS 管脚上的电压准确地控制 LED 电流。特别是无变压器设计简化了 LED 灯系统。

CRM8040 在 QR 模式下工作，降低了 MOS 管的开关损耗。CRM8040 的多重保护功能极大提高了系统的可靠性和安全性。CRM8040 具有以下几个功能：LED 短路保护、LED 开路防护、逐周期电流限制、VDD 欠压锁定、过压防护和过温迟滞保护。为了保护外部的功率 MOS 管，驱动器输出电压最大控制在 18V。

框图



内部电路简化框图

极限参数

符号	参数	参数范围	单位
V_{DD}	供电电压管脚的电压	30	V
V_{DRV}	DRV 管脚电压	30	V
I_{OVP}	VDD OVP 最大输入电流	10	mA
V_{CS}	CS 管脚的输入电压范围	-0.3 to 6V	V
V_{ZCD}	ZCD 管脚的输入电压范围	-0.3 to 6V	V
V_{COMP}	COMP 管脚的输入电压范围	-0.3 to 6V	V
P_D	功耗	500	mW
ESD	ESD 能力, HBM 模式	3000	V
	ESD 能力, Machine Model	300	V
T_L	引脚温度 (焊接时间 20s)	260	°C
T_{STG}	工作结温范围	-55 to + 150	°C

电气特性

(Ta=25°C 除非另有说明, VDD = 15V)

符号	参数	测试条件	限制			单位
			最小	典型	最大	
VDD 电源电压						
VDD _{ON}	IC 开启 VDD 阈值			16.3		V
VDD _{OFF}	IC 关断 VDD 阈值			10.5		V
VDD _{OVP}	过电压阈值			26.0		V
I _{ST}	启动电流	VDD=VDD ON-0.3V			25	μA
I _{OP}	VDD 的工作电流	C _{DRV} =1.5nF		1.5		mA
振荡器						
F _{MAX}	最大频率			125		KHz
T _{MAX_ON}	最大开启时间			18		μs
T _{MAX_OFF}	最大关闭时间			30		μs
T _{MIN_OFF}	最小关闭时间			3.5		μs
ZCD						
V _{ZCD_SCP}	输出短路保护电压			1.0		V
V _{ZCD_OVP}	输出过压保护电压			3.2		V
T _{ZCD_SCP}	输出短路保护延时			9.0		ms
T _{ZCD_LEB}	ZCD 管脚前沿消隐时间			600		ns
COMP 补偿						
V _{REF}	8040A		260	269	279	mV
	8040B		280	290	301	mV
I _{COMP_H}	最大输出电流			8		μA
I _{COMP_L}	最大吸收电流			8		μA
电流采样端 (CS)						
T _{CS_LEB}	CS 管脚前沿消隐时间			450		ns
V _{CS_PEAK}	最大峰值电压			1.8		V
DRV						
T _R	DRV 驱动上升时间	C _{DRV} =1.0nF	50	100	200	ns
T _F	DRV 驱动下降时间	C _{DRV} =1.0nF	30	50	100	ns
V _{DRV_MAX}	DRV 嵌位电压		16		19	V
OTP						
T _{OTPP}	OTP 开启温度			150		°C
T _{OTPR}	OTP 释放温度			125		°C

操作说明

操作

CRM8040 是一款高性能 LED 驱动器，单级功率因数校正，高精度电流控制。有源功率因数校正功能消除注入 AC 线的谐波噪声。先进的电流实时采样技术能进行精确的恒流控制。QR 工作模式降低 MOS 管开关损耗，提高了系统效率。

功率因数校正 (PFC)

CRM8040 通过准共振和恒定时间 T_{ON} 的设计，在工作中实现高功率因数，一个周期内的开启时间基本上是一个恒定值。因此电感中的峰值电流和平均电流也会变为形如 AC 输入正弦曲线，实现功率因数校正，如图 1 中所示。

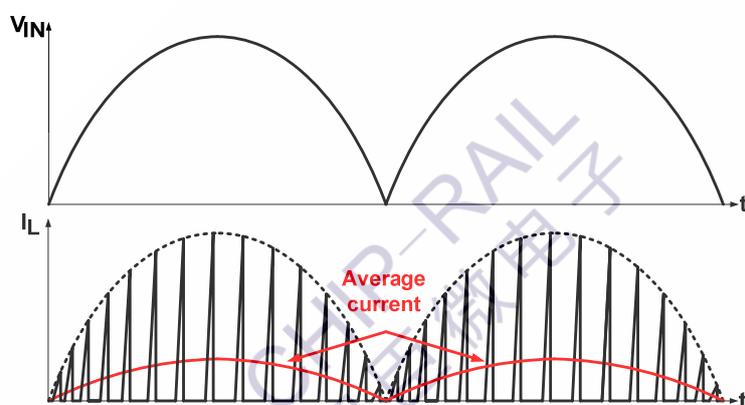


图 1 AC 线电压和峰值电流

准谐振模式 (QRM)

在外部 MOSFET 开启时间 (T_{ON}), 整流输入电压加在电感两端, 原边电流从 0 线性增加到峰值 (I_{PK})。当外部 MOSFET 关断时, 续流二极管开启, 存储在电感中的能量释放到输出, 电感中的电流开始从峰值线性降低到 0。当电流降低为 0 时, 寄生电感和电容使电源 MOSFET 的源漏电压降低。如图 2 中所示。

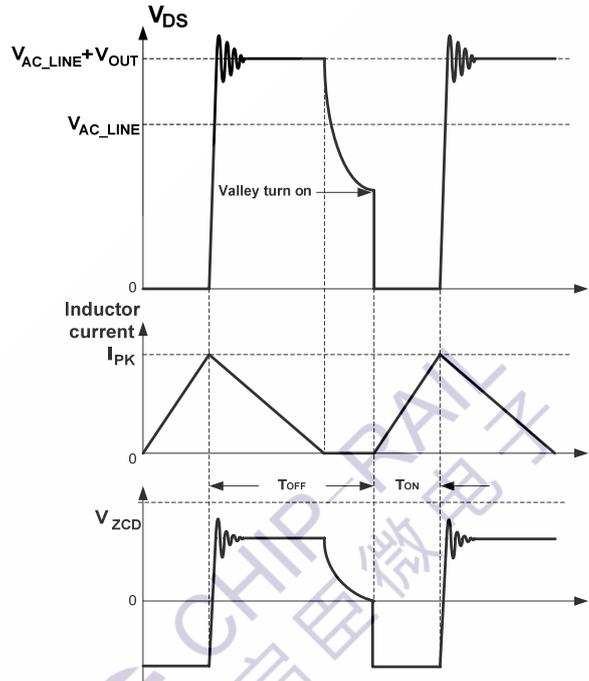


图 2 零电流检测

当 ZCD 的电压低于 0.25V 时, ZCD 管脚上的零电流检测电路产生外部 MOSFET 的开启信号, 确保 MOSFET 在一个谷值电压打开 (如图 3 所示)。

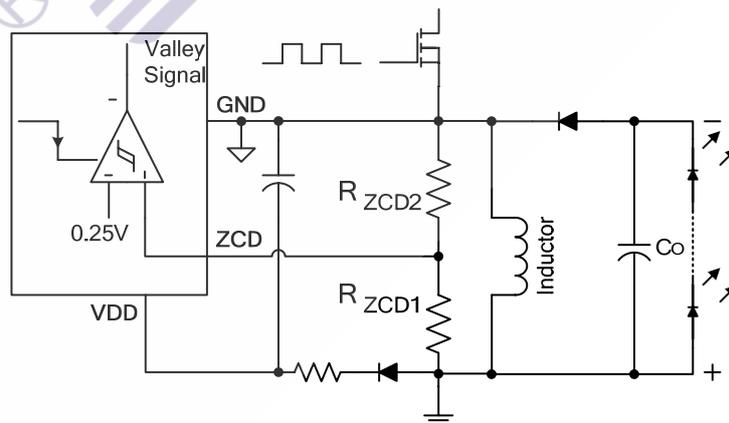


图 3

因此, 功率 MOSFET 只有很小的开关开启损耗, 消除续流二极管反向恢复损耗。这样既能确保高效率, 又能实现低 EMI 噪声。

启动

CRM8040 通过 UVLO 比较器来检测 VDD 管脚上的电压。这样可以确保有足够的供电电压开启 PWM 控制器，进而开启功率 MOS 管。如图 4 所示， 内置一个迟滞比较器防止在启动过程中由于电压骤降而关断。开启和关闭的阈值电压分别设置在 16.3V 和 10.5V。

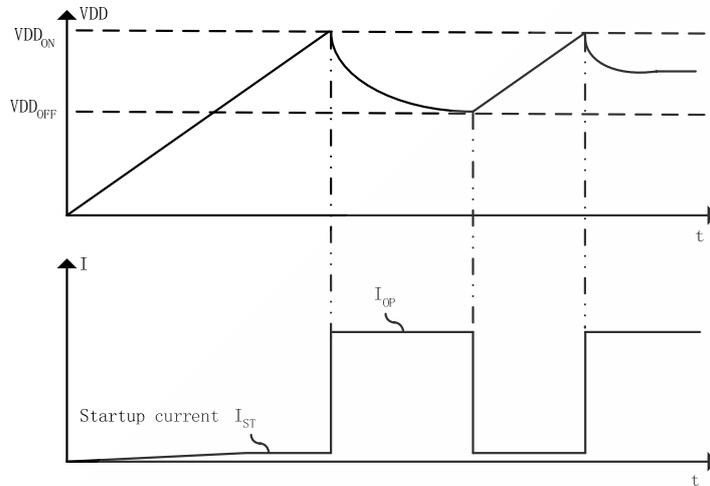


图 4 欠压锁定情况下的 VDD

实时电流检测

由于采用专利的电流检测和控制方法，CRM8040 能通过 CS 管脚上的电压情况准确控制 LED 输出电流。LED 平均输出电流可以大致设置为：

$$I_{LED} = \frac{V_{ref}}{R_{CS}}$$

其中 I_{LED} 是 LED 的输出电流

R_{CS} 是 CS 管脚和 GND 管脚间的电阻

最小关断时间

CRM8040 工作在可变开关频率下。频率随输入瞬时线电压而变化。为了获得良好的 EMI 并提高工作效率， CRM8040 将内部最小关断时间限制在 3.5 μ S，最大频率控制在 125kHz 以下，外部 MOSFET 将在下一个谷值开启，如图 5 所示。

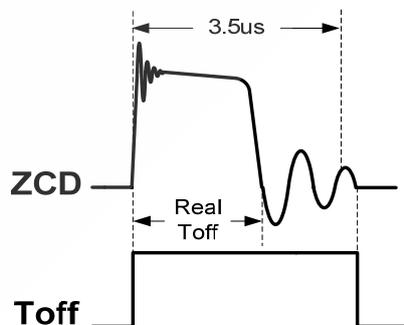


图 5

最大关断时间

CRM8040 集成了一个最大关断时间限制。当 MOSFET 关断，如果 ZCD 在 30 μ s 后没有

发出下一个开启信号，CRM8040 会自动发出一个开启信号，避免由于 ZCD 信号缺失造成的不必要的关断。

ZCD 管脚的前沿消隐

当电源 MOS 管关断时，由于寄生电容和寄生电感存在，ZCD 管脚会出现阻尼电压尖峰，芯片引入了国内领先的前沿消隐技术过滤该噪声，避免不必要的关断。图 6 所示，即为 ZCD 管脚的前沿消隐。

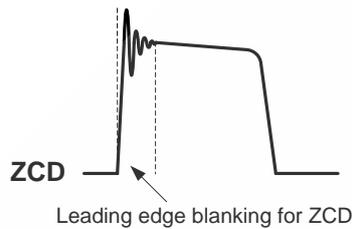


图 6 ZCD 管脚的前沿消隐

CS 管脚的前沿消隐和逐周期电流限制

电流限制电路通过 CS 管脚检测到电感电流。当电流超过内部阈值，DRV 的输出关断。功率 MOS 开启后，前沿消隐电路抑制 T_{LEB} 时间内的 CS 脚的尖峰毛刺，避免功率管提前关断。

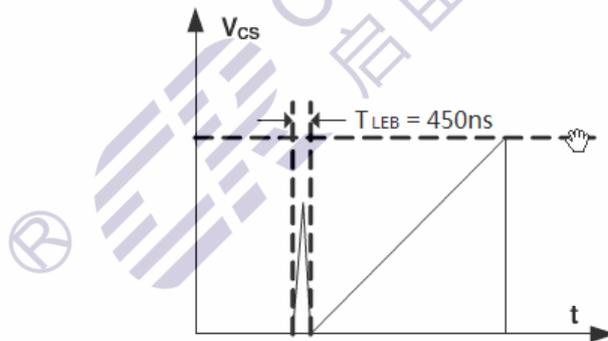


图 7 CS 管脚的消隐时间

输出过电压保护

输出过电压保护可以防止元器件在过电压情况下毁坏。ZCD 管脚上的正向电压和输出电压成正比。OVP 电路通过采样 ZCD 电压检测输出电压。当 ZCD 管脚电压高于 3.2V 时，触发锁存 OVP 信号，DRV 驱动器关断，IC 工作在待机模式，VDD 电压下降到 UVLO 以下，IC 关断，系统进入重启模式。输出 OVP 设置点可设置为：

$$V_{OUT_OVP} \approx 3.2 \times \frac{R_{ZCD1} + R_{ZCD2}}{R_{ZCD2}}$$

其中, V_{OUT_OVP} 是输出过电压保护值

R_{ZCD1} 是连接电感与 ZCD 管脚的电阻

R_{ZCD2} 是连接 LED 负极和 ZCD 管脚的电阻

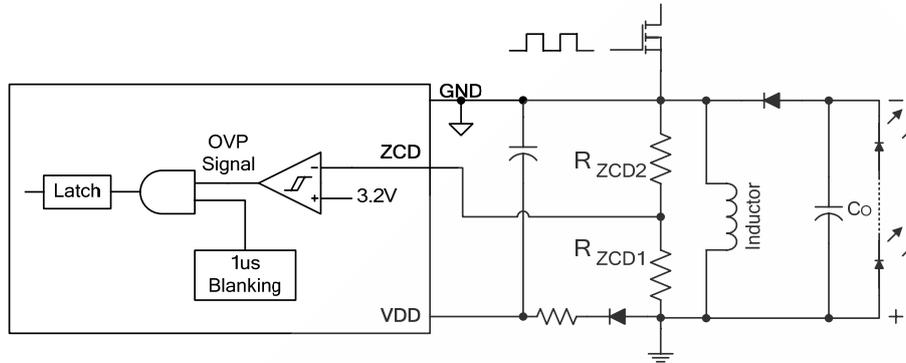


图 8 LED 开路保护

为了防止开关关断后由振荡尖峰引起的不正确的 OVP 信号, OVP 有一个 TOVPS 消隐时间, 通常为 0.6 μ s, 如图 9 所示。

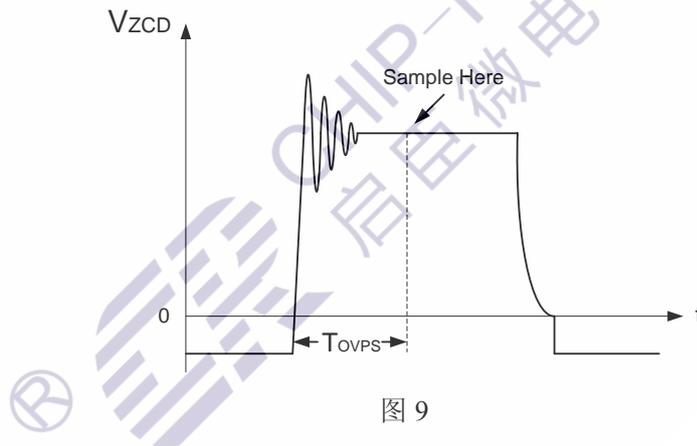


图 9

输出短路电路保护

CRM8040 可以检测到 ZCD 波形中的正向电压，如图 10 所示。当出现输出短路电路时，ZCD 电压中的高电压几乎为 0。一旦 ZCD 的电压降到 1.0V 以下，且持续 9mS 时，DRV 的输出将会关断，并在 UVLO 后重启。SCP 的输出设定点可设置为：

$$V_{OUT_SCP} \approx 1.0 \times \frac{R_{ZCD1} + R_{ZCD2}}{R_{ZCD2}}$$

如果一直保持短路状态，UVLO 发 16 次波才能重启；

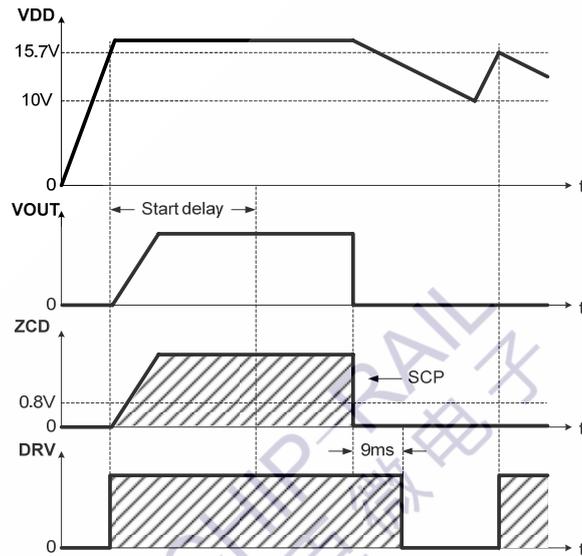
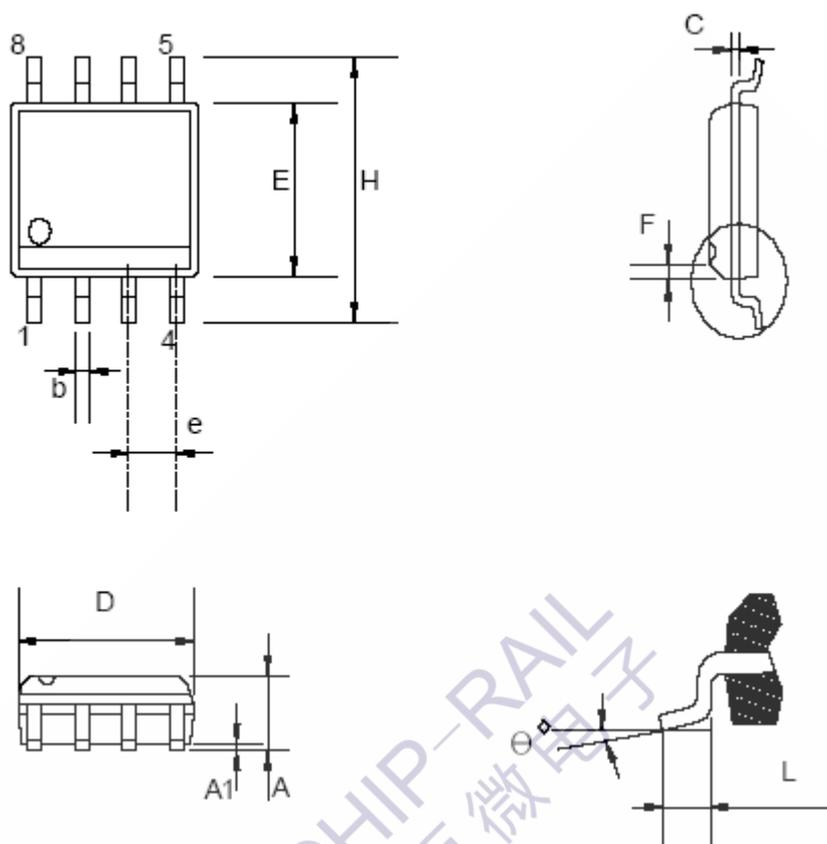


图 10 输出短路接地保护

外形封装尺寸 (SOP-8L)



符号	毫米			寸		
	最小值	典型	最大值	最小值	典型	最大值
A	1.346		1.752	0.053		0.069
A1	0.101		0.254	0.004		0.010
b		0.406			0.016	
c		0.203			0.008	
D	4.648		4.978	0.183		0.196
E	3.810		3.987	0.150		0.157
e	1.016	1.270	1.524	0.040	0.050	0.060
F		0.381X45°			0.015X45°	
H	5.791		6.197	0.228		0.244
L	0.406		1.270	0.016		0.050
θ°	0°		8°	0°		8°