

产品概述

FT4200是一款高性能离线式 PWM 控制 IC，专应用于电动车车充设计。它工作在初级检测与调节，可省去光耦和 TL431，并且集成了专有的恒压恒流控制。

在恒流控制中，电流和功率的设定可以通过 CS 脚上的 Rs 电阻来外部调节；在恒压控制中，采用多模式操作来实现高性能和高效率工作；另外，可以通过内部压降补偿完成好的负载调整。在恒流模式并且大负载条件下，**FT4200** 将工作在 PFM 模式下，而在轻/中负载时，随着频率的降低，**FT4200** 将工作在 PWM 模式下。

FT4200 提供的保护功能有软启动和自动重启动、逐周期流限、VDD 过压保护、VDD 钳位和欠压锁定保护。

FT4200 采用 DIP-8 封装形式。

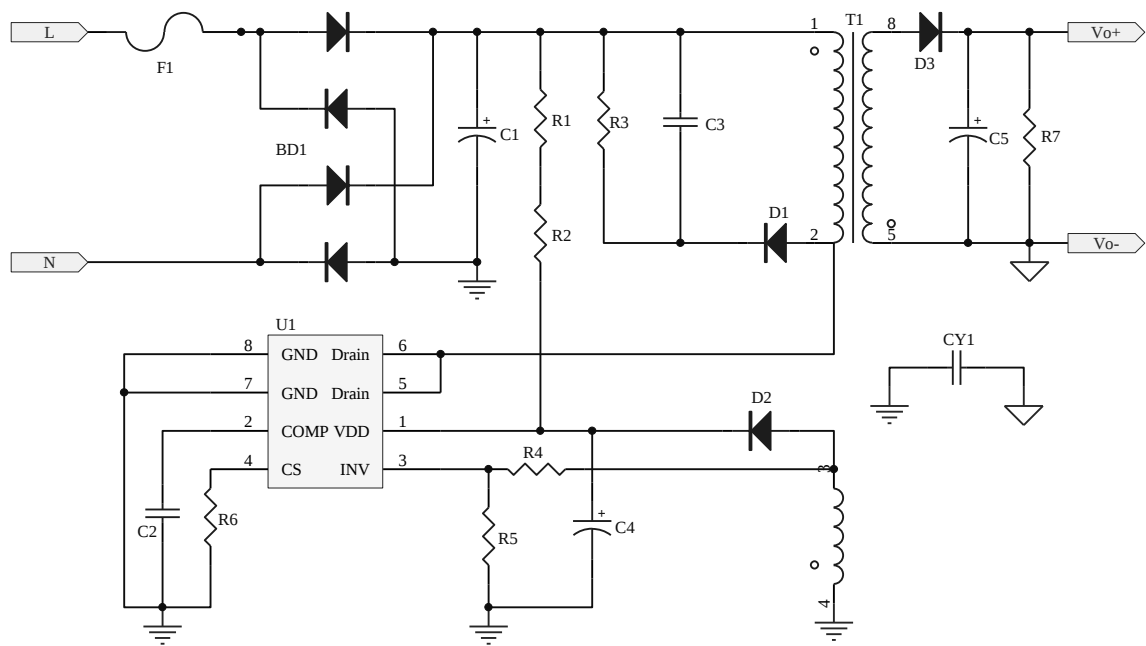
功能特性

- 具有 $\pm 5\%$ 的恒压调节和 $\pm 5\%$ 的恒流调节精度
- 具有初级检测与调节，省去了光耦和 TL431
- 可编程恒压恒流调节功能
- 通过初级反馈，内置次级恒流控制
- 内置自适应电流峰值调节
- 内置初级绕组电感补偿
- 内置可调线补功能
- 内置软启动功能
- 内置前沿消隐电路
- 逐周期过流检测功能
- VDD 欠压锁定与滞后

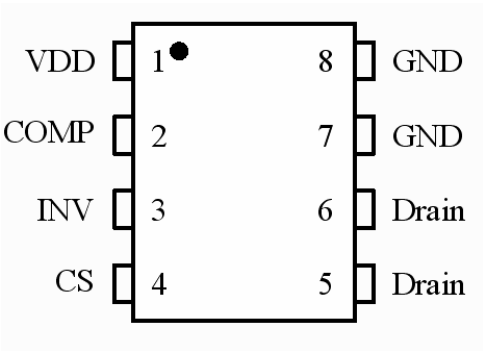
应用领域

- 专用电动车车充方案设计

典型应用



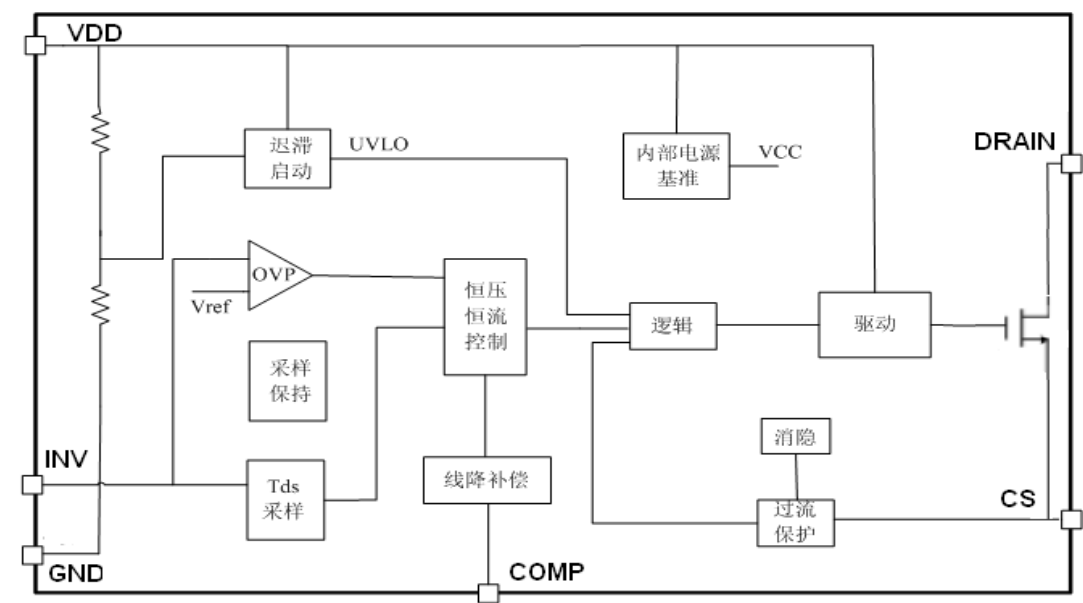
管脚分布



管脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
1	VDD	P	供电电源输入端
2	COMP	I/O	内部环路补偿端
3	INV	I/O	从辅助绕组来的电压反馈采样输出电压
4	CS	I/O	电流检测输入，连接 MOSFET 电流检测电阻端
5, 6	Drain	I	MOSFET 的漏极，连接变压器原边绕组
7, 8	GND	P	芯片参考地

内部原理图



绝对最大额定值

参数	数值
DRAIN 电压	-0.3 到 200V
VDD 电压	-0.3 到 40V
CS、COMP 输入电压	-0.3 到 7V
INV 输入电压	-0.3 到 7V
最小/最大工作结温 T _J	-20 到 150℃
最小/最大储备温度 T _{stg}	-55 到 150℃
焊接温度(焊接, 10 秒)	260℃

注意：超过绝对最大额定值，可能对设备造成永久损坏。这些仅是极限参数，器件工作在这些或其它超过“推荐工作条件”的状态都不是默认的。长时间工作在绝对最大额定状态会影响器件可靠性。

电气特性

($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 15\text{V}$, 如果没有其它说明)

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
供电电压(VDD)部分						
$I_{DD\ ST}$	待机电流	$V_{DD} = 14\text{V}$		15	30	μA
$I_{DD\ op}$	工作电流	$V_{CS} = 0\text{V}$, $V_{DD} = 18\text{V}$	—	2.5	3.5	mA
UVLO(ON)	欠压锁定开启	VDD 下降	7	8	9	V
UVLO(OFF)	欠压锁定关断	VDD 上升	15	16	17	V
电流检测输入部分						
TLEB	前沿消隐时间			400		ns
V_{th_oc}	过流阈值		0.896	0.91	0.924	V
T_{d_oc}	过流保护延时			150		ns
T_{ss}	软启动时间			2		ms
误差放大器部分						
V_{ref_EA}	EA 参考电压		1.97	2	2.03	V
GAIN	EA 直流增益			60		dB
I_{COMP_MAX}	最大线补电流	$V_{INV} = 2\text{V}$, $V_{COMP} = 0\text{V}$		28		μA
频率部分						
$F_{req_Max}^{Not\ e1}$	最大工作频率		60	65	70	KHz
F_{req_Nom}	额定工作频率			60		KHz
$F_{req_startup}$				30		KHz
MOSFET						
BVDSS	D/S 极最大击穿电压	$V_{GS} = 0\text{V}$, $I_D = 250\mu\text{A}$	200			V
I_D	最大电流值				8	A
$R_{DS(ON)}$	导通内阻			260	320	$\text{m}\Omega$

注意: F_{req_Max} 表示 IC 内部的最大时钟频率。在系统应用中, 60KHz 额定的最大工作频率存在于最大输出功率或是恒压到恒流的转变点。

工作描述

FT4200是一款低成本、性能优越的离线式 PWM 控制器，应用于电动车车充方案设计。**FT4200** 采用初级检测与调节技术，因此省掉了光耦和 TL431。专有的内置恒压恒流控制能够完成高精度恒压/恒流控制。

- 启动电流和启动控制

FT4200 具有低的启动电流以至于能使 VDD 充电到超过 UVLO 阈值并快速启动。因此建议使用 M 级电阻作为启动电阻，可以减小功率损耗。

- 工作电流

FT4200 的工作电流低至 500uA。“多模式”控制特征使 **FT4200** 能够在低的工作电流条件下实现高效率转换。

- 软启动

在启动过程中,**FT4200** 的内部软启动能最小化元件所要承受的电子应力。当 VDD 达到 UVLO(OFF)时,控制电路将使峰值电流电压从 0.3V 爬升过阈值到 0.90V。每次重起都是软启动。

- 恒流/恒压工作

FT4200 拥有好的恒压恒流特性，在方案应用中，待充电的电池首先采用恒流方式充电，直到接近于满电，然后平稳地转换到恒压模式。

在适配器应用中，**FT4200** 工作在恒压模式下，恒流部分只是决定过流保护点的差异。在恒压模式时，**FT4200** 通过初级控制来调节输出电压。在恒流模式下，**FT4200** 会保证输出恒定电流输出，即使输出电压下降也不会影响到输出电流的变化。

工作原理简述

为了支持 **FT4200** 专有的 CC/CV 控制，系统需要工作于反激的 DCM 模式下(参考典型应用方框图)。

在 DCM 模式下，**FT4200** 通过辅助绕组可以检测输出电压，在 MOSFET 导通时，负载电流由输出电容提供，初级绕组的电流慢慢爬升，当 MOSFET 截止时，初级电流转换到次级并放大至

$$I_s = \frac{N_p}{N_s} \cdot I_p \quad (1)$$

输出电压转换为辅助绕组电压如图 2 所示，并由以下公式给出

$$V_{AUX} = \frac{N_{AUX}}{N_s} \cdot (V_o + \Delta V) \quad (2)$$

ΔV 表示输出二极管压降。

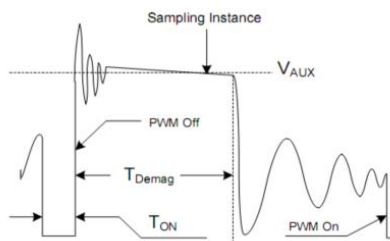


图 2 辅助绕组电压波形

通过一个电阻分压器连接于辅助绕组和 INV(3 脚)之间，在退磁结束时对辅

绕组采样并持续直到下次采样。采样电压将与误差放大器的参考电压(2.0V)进行比较。输出 COMP 脚反应负载情况并控制 PWM 开关频率，以此来调节输出电压，进而实现恒压输出。

当采样电压低于误差放大器的参考电压时，误差放大器输出 COMP 达到最大，通过采样电压控制开关频率，从而实现输出电流恒定。

● 可调节的恒流点和输出功率

对 **FT4200** 而言，恒流点和最大输出功率能够通过 CS 脚上的外部电流检测电阻 R_s 进行外部调节，如典型应用框图所示。通过恒流点的改变可以调节输出功率。 R_s 越大，恒流点越小，则输出功率越小，反之亦然，如图 3 所示。

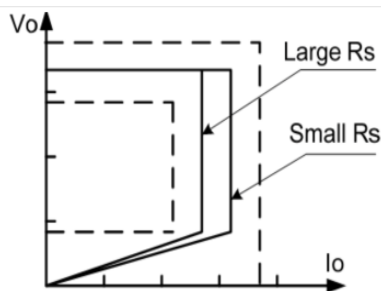


图 3 输出功率可通过 R_s 来调节

● 工作开关频率

FT4200 可以根据负载情况和工作模式来调整开关频率。无需外部频率设定器件。在最大输出功率时，开关频率内设为 60KHz。

在 DCM 反激模式时，最大输出功率为

$$P_{o\max} = \frac{1}{2} L_p F_{sw} I_p^2 \quad (3)$$

L_p 为初级绕组电感， I_p 为初级绕组峰值电流。

根据公式(3)，初级绕组电感的改变会导致恒流模式下的最大输出功率和恒定输出电流的改变。为了补偿由初级绕组电感变化而带来的改变，开关频率会被内部环路锁存。如下面的开关频率是

$$F_{sw} = \frac{1}{2T_{Demag}} \quad (4)$$

而 T_{Demag} 反比于电感，则结果是 L_p 与 F_{sw} 恒定，因此恒流模式下的最大输出功率和恒定电流不会随着初级电感的改变而改变。从而弱化应用中对变压器电感量精度的要求， $\pm 10\%$ 的初级电感即可实现量产 $\pm 5\%$ 的电流精度。

● 频率抖动对 EMI 的改善

FT4200 可以实现频率抖动(开关频率调节)。振荡频率的调节会消除噪声。频谱扩展最大限度的减小了 EMI，简化了系统设计。

● 电流检测和前沿消隐

FT4200 具有逐周期限流检测功能，通过 CS 脚的检测电阻检测开关电流。前沿消隐电路砍掉了功率 MOSFET 导通瞬间的电压尖峰，省掉了外部检测输入的 RC 滤波器。PWM 占空比由电流检测输入电压和误差放大器的输出电压共同决定。

● 门极驱动

FT4200 使用专用的门驱动器来驱动外部功率 MOSFET。太弱的门驱动能力会产生高的传导和 MOSFET 开关损耗，而太强会产生 EMI。**FT4200** 则采用内置的图腾柱门驱动来控制正确的输出能量。

- 可编程的线压降补偿

FT4200 通过线压降补偿来完成好的负载调节。INV 脚上产生的失调电压通过内部电流流入电阻分压器。此电流反比于 COMP 引脚电压，结果是它又反比于输出负载电流，因此线压降损失能够被补偿。当负载电流从满载下降到空载时，INV 脚的失调电压会上升。也可以通过调节电阻分压器来调整线压降大小。

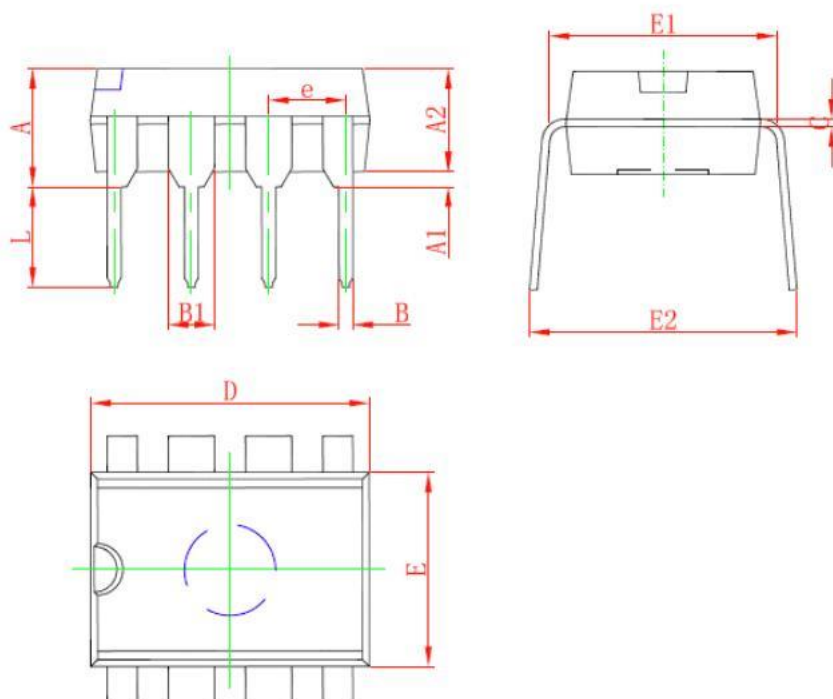
- 保护控制

FT4200 内置多种保护功能，如逐周期流限(OCP)、VDD OVP、软启动、和 VDD 欠压锁定(UVLO)。

VDD 电压由变压器辅助绕组提供，当 VDD 下降到低于 UVLO(ON)限制时，**FT4200** 将停止工作，之后转换器进入重起时序。

封装信息

DIP-8



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	3.710	4.310	0.148	0.170
A1'	0.510		0.020	
A2	3.200	3.600	0.126	0.142
B	0.380	0.570	0.015	0.022
B1	1.524(BSC)		0.060(BSC)	
C	0.204	0.360	0.008	0.014
D	9.000	9.400	0.3540	0.370
E	6.200	6.600	0.2440	0.260
E1	7.320	7.920	0.288	0.312
e	2.540(BSC)		0.100(BSC)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354