

600mA 同步升压型 DC/DC 转换器 UCT6001

特点:

- ✓ 工作效率可高达 94%
- ✓ 输出电压 2.5V ~ 5V 可调
- ✓ 0.9V 的低启动电压
- ✓ 待机电流小于 1uA
- ✓ 1.4 MHz 的固定开关工作频率
- ✓ 内置功率开关管和同步整流开关, 无需外接肖特基二极管
- ✓ 单节碱性电池输入可提供 3.3V / 260mA 输出负载能力
- ✓ SOT23-6 扁平小封装, 节省电路板空间

概述

UCT6001 是一款电流模式 PWM 同步升压转换器, 其工作于 1.4MHz 的固定开关频率。由于内部集成了功率开关管和同步整流开关, 确保了电路的转换效率可高达 94%, 而且不需要外部的肖特基二极管。

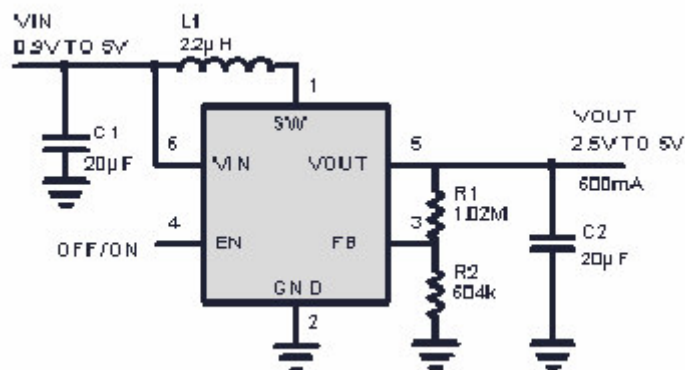
由于采用了较高的工作频率, 升压电路可以使用小标称值的表面贴装功率电感和陶瓷滤波电容器, 配合 SOT23-6 的小型 IC 封装, 整个电路的体积可以做的非常紧凑, 因此 UCT6001 特别适合于各种便携式设备的应用。

UCT6001 在一节碱性电池做输入时, 输出 3.3V 时, 可提供 260mA 的负载电流。在两节碱性电池做输入时, 输出 3.3V 时, 可提供高达 600mA 的负载电流。

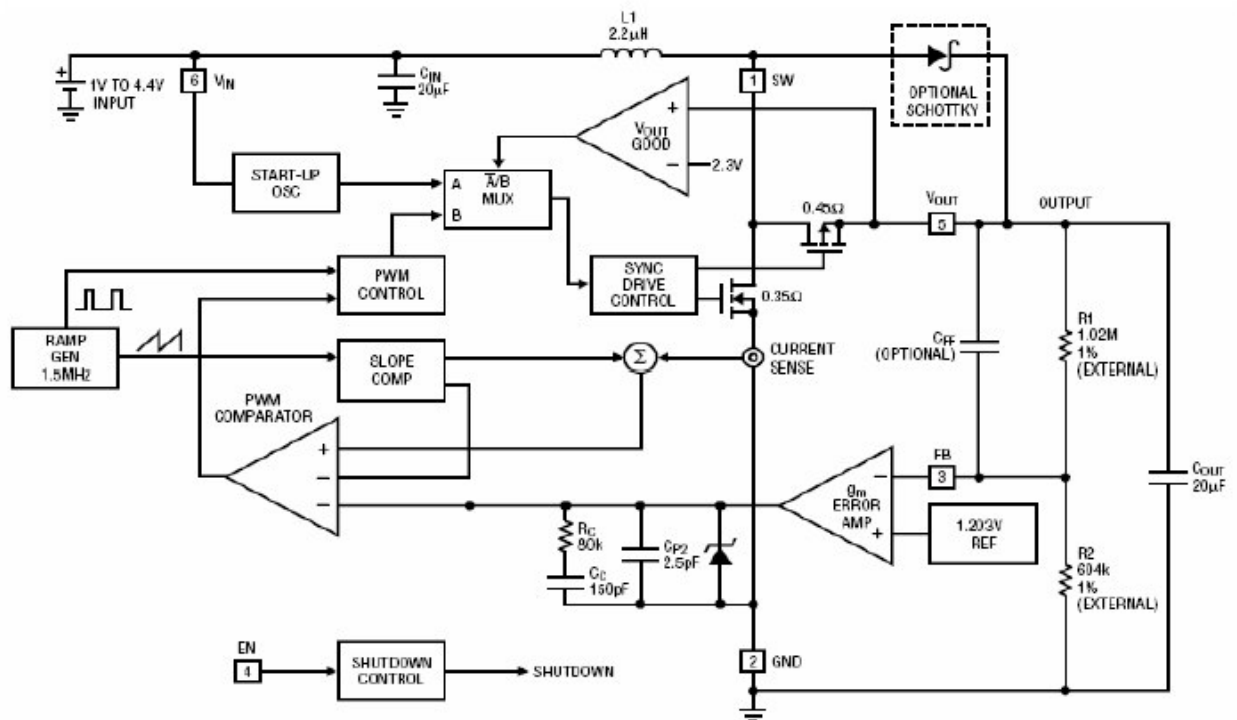
应用领域

- MP3,MP4 及 PMP 播放器
- 学习机
- 数码相机, 数码摄像机
- 手机和智能电话
- 各种电池供电的便携式设备

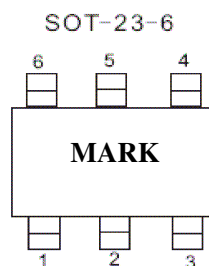
典型应用电路图



内部结构框图



引脚定义及说明



序号	名称	功能说明
1	SW	内部开关管的输出引脚，功率电感连接于该引脚与 Vin 引脚间
2	GND	输入输出电路的公共引脚，作为信号与电源的地
3	FB	内部误差放大器的输入引脚，即输出电压的反馈输入端，外接取样电阻反馈网络
4	EN	芯片使能控制引脚，接高电平时芯片正常工作，低电平关断，芯片进入待机状态
5	V _{OUT}	电源输出引脚。内部接同步整流管的漏级，同时也是输出电压 OK 的反馈端。对外接输出滤波电容和负载
6	V _{IN}	电源输入引脚。启动时，芯片内部的偏置电源由该引脚供电，当 V _{out} 上升超过 V _{in} 时，即自动转为 V _{out} 引脚供电。

极限参数：

名称	符号	描述	数值	单位
电压	V _{max}	V _{in} 、V _{out} 、EN 与 SW 引脚的最大承受电压	-0.3 ~ 6	V
温度	T _{min-max}	工作温度范围	-30 ~ +85	°C
	T _{storage}	存储温度范围	-65 ~ 125	°C
	T _{solder}	引脚焊接温度（10 秒）	300	°C
抗静电指标	V _{ESD}	人体模式的抗静电耐压	2000	V

注： 超出以上所列的极限参数可能造成器件的永久损坏。以上给出的仅仅是极限范围，在这样的极限条件下工作，器件的技术指标将得不到保证，长期在这种条件下还会影响器件的可靠性。

电气特性：($V_{in} = 1.2V$, $V_{out} = 3.3V$, $T_A = 25^\circ C$, 除非另外注明)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出电压范围	V_{out}		2.5		5	V
最小启动电压	V_{start}	$I_{Load} = 1mA$		0.9	1.1	V
最低工作电压	V_{hold}	$EN = V_{in}$		0.6	0.75	V
静态工作电流	I_d	非开关状态, 由 V_{out} 引脚测试		300	500	μA
待机电流	I_{std}	$V_{EN} = 0V$		0.1	1	μA
工作频率	F_{sw}		1.1	1.4	1.7	MHz
最大占空比	D_{max}	$V_{FB} = 1.15V$	80	87		%
反馈电压	V_{FB}		1.165	1.212	1.241	V
FB 引脚输入电流	I_{FB}	$V_{FB} = 1.22V$		1		nA
输出限流延时	T_d			40		nS
输出电流限制	I_{LIMIT}		700	950		mA
NMOS 管漏电流	I_{NL}	$V_{sw} = 5V$		0.1	5	μA
PMOS 管漏电流	I_{PL}	$V_{sw} = 0V$		0.1	5	μA
NMOS 管导通内阻	R_{ONN}	$V_{out} = 3.3V$			0.35	Ω
PMOS 管导通内阻	R_{ONP}	$V_{out} = 3.3V$			0.45	Ω
EN 引脚高电平	V_{ENH}		1			V
EN 引脚低电平	V_{ENL}				0.35	V
EN 引脚电流	I_{EN}	$V_{EN} = 5.5V$		0.01	1	μA

应用信息

一个好的 DC/DC 升压电路, 应该具有高转换效率、低纹波、低噪声的性能, 而这些都大大地取决于应用电路外部元器件的选择和 PCB 板的良好布局。正常工作条件下, 对于同步开关升压转换电路而言, 影响转换效率的主要是功率电感的内阻; 而输入输出滤波电容的品质和功率电感的电感值则主要影响输出电流的纹波及高频噪声。

1. 输出电压的设置：

UCT6001 的输出电压可调范围为 2.5V 到 5V, 由接在 V_{out} 引脚和 FB 引脚间的电阻分压网络决定。以前面的典型应用电路为例, 图中的 R1、R2 与输出电压 V_{out} 间的关系可用以下公式表达:

$$V_{out} = 1.212V * (1 + R1 / R2)$$

$$\text{或者 } R1 / R2 = V_{out} / 1.212 - 1$$

由此可见, 当输出电压一定时, R1 与 R2 的比值就固定了。为了减少电阻分压网络的电流消耗, 在比例不变的前提下, 可使用较高数值的电阻值。同时为了保证精度, 建议使用 1%精度系列的电阻。

2. 功率电感的选择

UCT6001 由于其 1.4MHz 的高开关频率, 所以可以使用较小量值的功率电感。对于大多数应用, 2.2 μH 的电感值已经可以满足基本需求。一般来说, 较大量值的功率电感可以获得较低的输出纹波电流和较大的输出电流能力, 同时也有利于提高电路的转换效率。但是大的电感值往往也会导致功率电感本身体积的增大和绕线内阻 (ESR) 的增加。最大输出电流与功率电感值和开关频率有如下的关系:

$$I_{OUT(MAX)} = \eta \cdot \left(I_P - \frac{V_{IN} \cdot D}{f \cdot L \cdot 2} \right) \cdot (1-D)$$

上式中:

η —— 电路的评估效率

I_P —— 峰值电流限制值, UCT6001 为 0.7A

V_{in} —— 输入电压

D —— 稳定工作状态下的脉冲占空比

f —— 电路的开关工作频率, UCT6001 典型值为 1.4MHz

L —— 功率电感的电感值

其中:

$$D = (V_{out} - V_{in}) / V_{out}$$

另外, 在重负载条件下, 功率电感上的等效串联电阻 (ESR) 不可忽视, 它会极大地影响转换效率,

假设功率电感上的等效串联电阻为 r_L , 负载电阻为 R_{load} , 那么在电感上的功率损耗大致如下式计算:

$$\Delta \eta \approx \frac{r_L}{R_{load}(1-D)^2}$$

例如: 当输入 1.5V, 输出 3.0V, 负载电阻 R_{load} 为 20 Ω ($I_o = 150mA$), $r_L = 0.5 \Omega$ 时, 由功率电感 ESR 导致的效率损失约为 10%。

由于 UCT6001 的工作频率高达 1.4MHz, 而一般的廉价功率电感所用的磁性材料只能工作于几十 KHz 的频率之下, 所以应该注意选用采用高频铁氧体材料制作的功率电感, 以减少高频损耗。另外, UCT6001 工作时流过功率电感的峰值电流可高达 850mA 以上, 所选用的功率电感必须具有足够的 DC 工作电流容量。否则电感会发生磁饱和, 造成电路的效率大大下降, 甚至不能正常输出稳定电流。普通的色环电感和迭片式电感由于工作电流极低, 更不宜使用。

为了降低高频辐射噪声, 建议选用闭合磁路的屏蔽式电感。下面的表格列出了两种推荐的功率电感:

元件型号	L (μH)	最大直流电阻 ($m\Omega$)	最大工作电流 (A)	厂家
CDRH3D16	2.2	75	1.20	Sumida
CDH3B16	2.2	70	1.20	Ceaiya

3. 输入输出滤波电容的选择

同样容值的情况下, 采用低 ESR (等效串联电阻) 的电容器, 对于输出滤波电容可以有效地降低输出纹波电压, 对于输入滤波电容则可以大大地减少输入开关噪声和减少输入电源 (电池) 的高频脉冲负载电流。多层陶瓷贴片电容由于具备小的体积和低 ESR 值, 是很好的选择。为了保证较宽温度范围的工作稳定性, 建议选用低温度系数的 X5R 或 X7R 系列介质材料的多层陶瓷贴片电容。生产厂家这里推荐 AVX、Murata、Taiyo Yuden 等。

对于大多数应用, 4.7 μF 到 22 μF 的输出滤波电容都可以满足需求。对于要求更低输出纹波电压和高动态响应的应用, 可以考虑使用 22 μF 以上的输出滤波电容。当输出滤波电容大于 10 μF 时, 有时需要在输出电压反馈电阻 R1 上并联一个相位补偿电容, 以改善电路的响应速率和稳定性。补偿电容的数值大概在 100pF 到 10000pF 之间, 可根据实验决定。

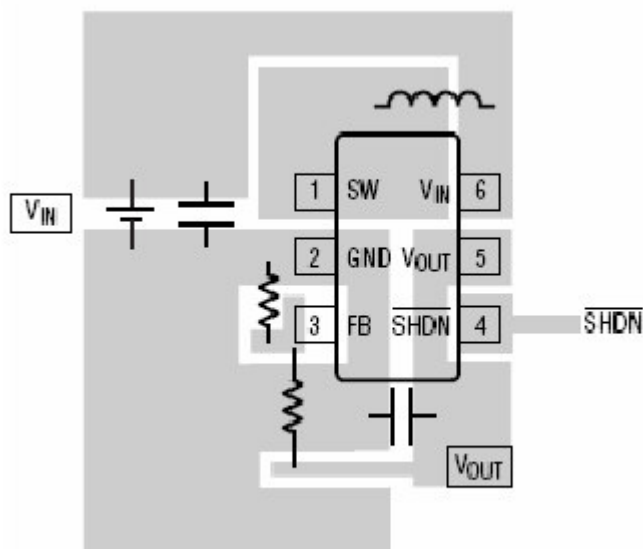
输入滤波电容在 10 μF 以上一般都能满足要求。

关于 PCB 板的布局

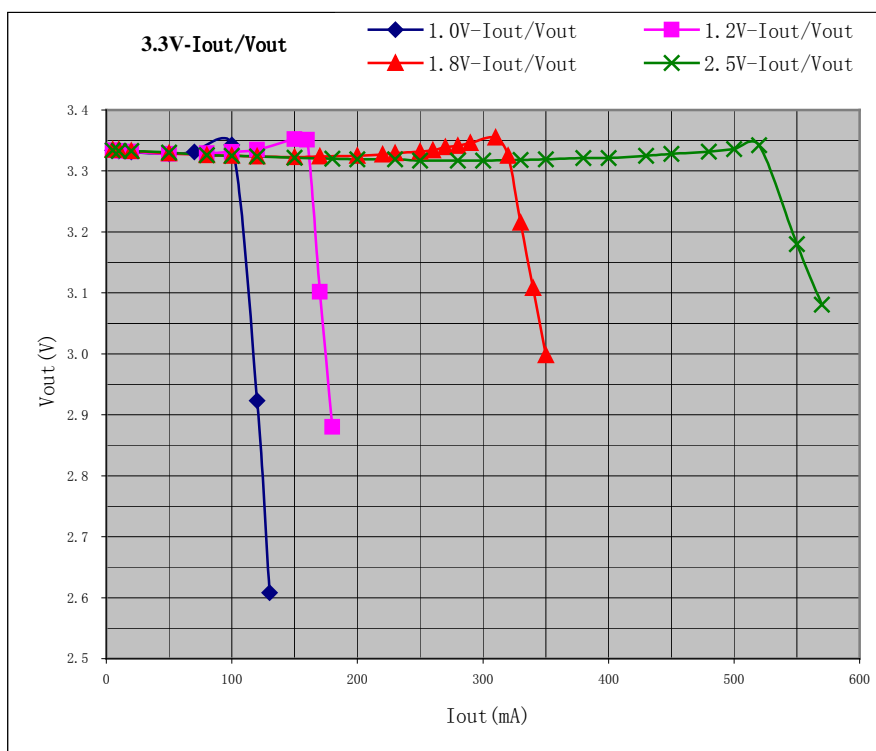
UCT6001 由于工作于高频率的脉冲开关状态，因此 PCB 板布局的好坏，关系到电路能否正常稳定地工作，以及电磁辐射（EMI）指标的好坏等问题。主要应该注意以下几点：

1. 连接主电流回路的线要尽量短而粗。
2. 输入、输出滤波电容、功率电感的位置尽量靠近 IC，连线要短。
3. 使用大面积的敷地，以减少 EMI。
4. 各引脚，尤其是 GND 引脚尽量使用大面积的敷铜面，以利于芯片的散热。

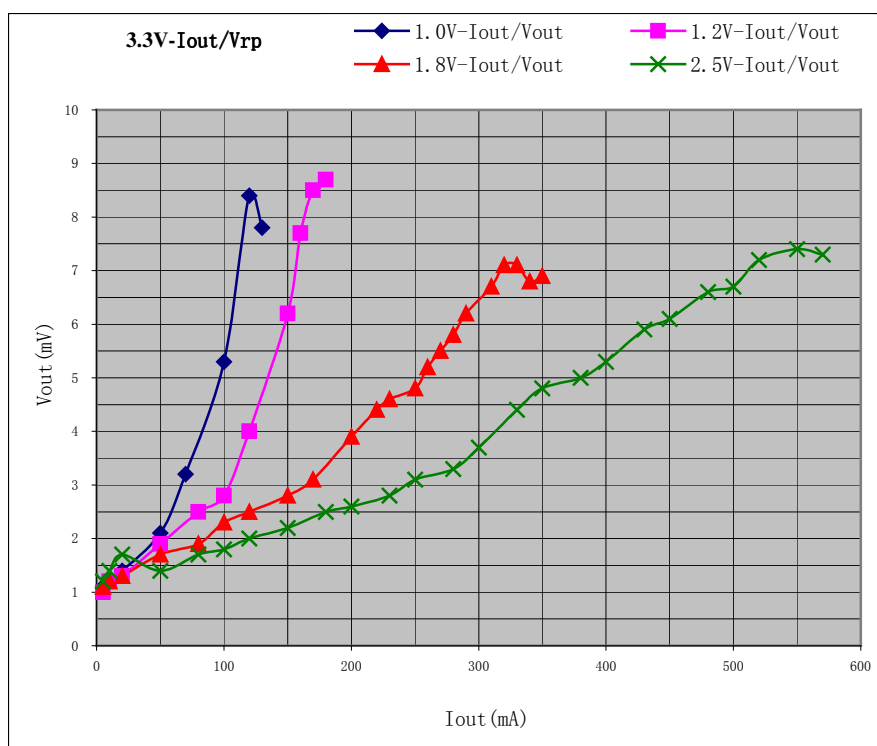
下图是 PCB 布局的参考。



测试数据:

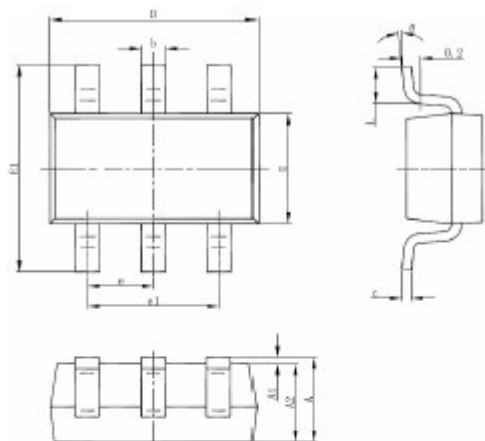


负载特性



纹波特性

封装信息:



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°