

低静态功耗Qi2.0 & Qi2.2无线充电SoC

1 概述

CV90367C是一颗集成了USB_C口的无线充电控制电路的SOC，内置Tank电容高压驱动，芯片采用超低功耗设计，适用于Qi2.0 & Qi2.2无线充产品，特别是适合Q值检测功能的无线充电移动电源，USB_C口支持UFCS/PPS/PD/SCP/FCP/QC/AFC/BC1.2等多种Sink快充协议；内置无线充电控制电路和预驱动，内置Q值检测、通讯解码电路，FOD检测，支持5W (BPP)，苹果磁吸7.5W、EPP15W、Qi2.0、Qi2.2等Qi协议。

CV90367C集成度高，I/O接口功能丰富，多路高精度ADC，具有I2C Master 和Slave接口，内置2路SPI接口，可支持外接SPI Flash和TFT图像显示功能。

CV90367C 采用低功耗设计，宽芯片工作电压范围 (2.8V~5.5V)，支持Qi值唤醒无线充电。确保极低的系统静态低功耗。

2 应用

- ☆ 磁吸无线充移动电源
- ☆ 磁吸无线充移动器产品

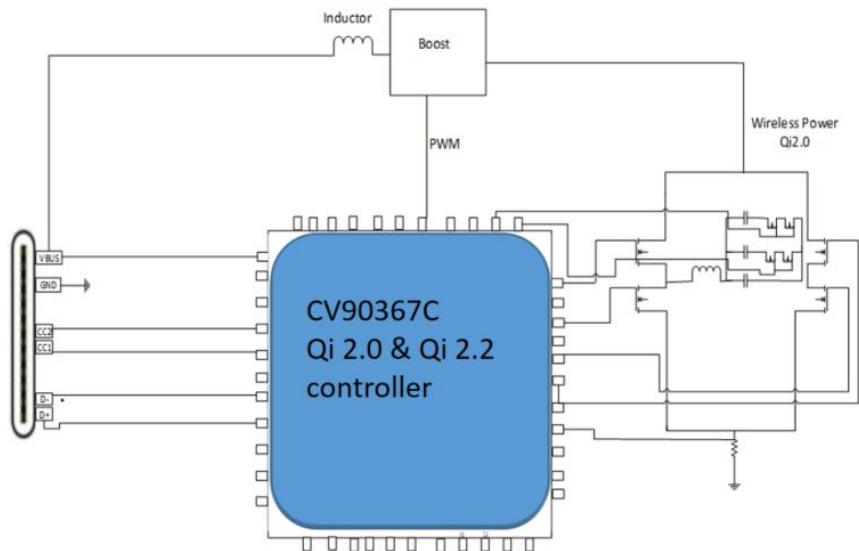
3 特性

- 芯片工作电压2.8~5.5V;
- 芯片待机功耗小于28uA@3.8V
- 内置32位处理器，CPU运行频率高达50Mhz
- 31路12bits高精度ADC
- 内置全功能无线充电电路
- Q值检测
- 电流、电压解码
- 高速PWM控制电路包含死区控制、PWM调节、移相控制
- FOD检测和OCP，OVP，OTP功能
- 内置主从I2C接口、UAR，便于系统级联扩展
- 内置2路SPI接口， 支持SPI Flash 和图像显示
- 内置双向全功能Type_C口控制器：
 - 支持PD2.0/PD3.1 PPS
- 支持CC1/CC2/DP双向低功耗唤醒或者GPIO唤醒
- 支持快充快放电功能
- ◆ 支持多种快充协议规格
 - PD2.0/PD3.0/P3.1(sink) , (含Programmable Power Supply PPS) ;
 - 可编程Type C上拉电阻/下拉电阻；内置VCONN电源和开关，配合E-marker功能
 - 支持QC4.0+/QC3.0/QC2.0
 - 支持 AFC
 - 支持 FCP
 - 支持 SCP
 - 兼容 BC1.2
- 唤醒方式

-
- 支持触控、Q值无线充电唤醒
 - 电池过充、过放、过流保护
 - 多重保护机制，安全可靠
 - IC过温、NTC过温保护
 - 输入欠压、过压保护
 - 系统弹性、灵活，减省BOM
 - 输入、输出过流保护
 - QFN-56 (6x6mm) 封装
 - 短路保护

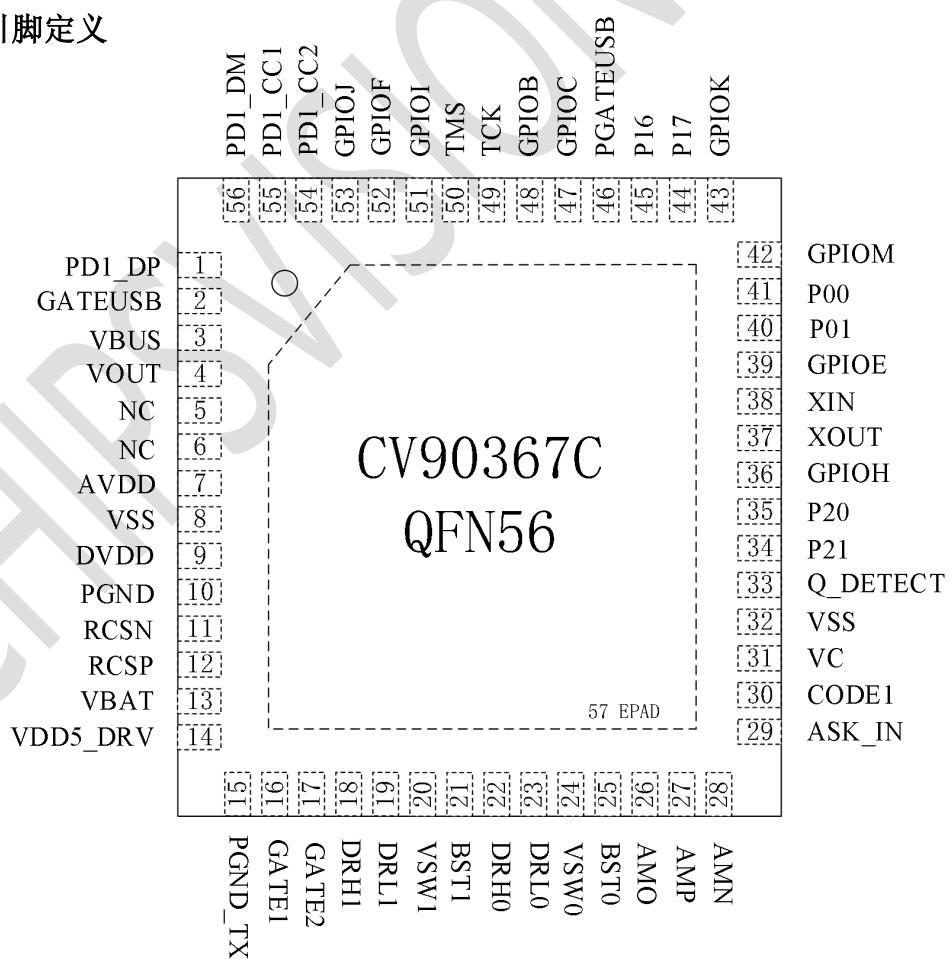
CHIPVISION MICRO

1 Qi2.0 & Qi2.2无线充电系统框图



2 引脚定义及功能描述

2.1 引脚定义



2.2 CV90367C引脚描述

引脚序号	引脚名称	描述
1	PD1_DP	连接USB口DP
2	GATEUSB	USB口NMOS开关控制， 内置升压驱动
3	VBUS	VBUS_C口端电压检测+
4	VOUT	输出电压检测， CSN电流采样负极
5	NC	NC
6	NC	NC
7	AVDD	5V 内部LDO
8	VSS	地
9	DVDD	1.8V
10	PGND	地
11	RCSN	VBUS 端电流采样负极
12	RCSP	VBUS 端电流采样正极
13	VBAT	VBUS 端电流采样负极
14	VDD5_DRV	内部驱动电源
15	PGND_TX	电源地
16	GATE1	谐振电容开关MOS驱动
17	GATE2	谐振电容开关MOS驱动
18	DRH1	半桥高压驱动输出引脚1
19	DRL1	半桥低压驱动输出引脚1
20	VSW1	半桥高压驱动SW连接引脚1
21	BST1	半桥高压驱动自举电源引脚1
22	DRH0	半桥高压驱动输出引脚0
23	DRL0	半桥低压驱动输出引脚0
24	VSW0	半桥高压驱动SW连接引脚0
25	BST0	半桥高压驱动自举电源引脚0
26	AMO	运放正极输出端

27	AMP	运放正极输入端
28	AMN	运放负极输入端
29	ASK_IN	相位解码输入脚
30	CODE1	电流解码信号
31	VC	过压保护输入脚
32	VSS	地
33	Q_DETECT	Q值检测输入
34	P21	通用数字IO
35	P20	通用数字IO
36	GPIOH	数字模拟IO
37	XOUT	外部晶振输出引脚
38	XIN	外部晶振输入引脚
39	GPIOE	数字模拟IO
40	P01	通用数字IO
41	P00	通用数字IO
42	GPIOM	数字模拟IO
43	GPIOK	数字模拟IO
44	P17	通用数字IO
45	P16	通用数字IO
46	PGATEUSB	USB口NMOS开关控制， 内置升压驱动
47	GPIOC	数字模拟IO
48	GPIOB	数字模拟IO
49	TCK	烧录接口时钟引脚
50	TMS	烧录接口数字引脚
51	GPIOI	数字模拟IO
52	GPIOF	数字模拟IO
53	GPIOJ	数字模拟IO
54	PD1_CC2	Type-C CC2 检测引脚

55	PD1_CC1	Type-C CC1 检测引脚
56	PD1_DM	连接USB口DM
57	PGND	地

3 功能描述

3.1 CPU and Memory

内置32bits高性能RISK架构MCU和48KB MTP程序存储器，7KB SRAM数据存储器，内含64KHZ低频振荡器和16MHZ高速RC主时钟振荡器，内置PLL电路，给32bits CPU 提供32MHZ的时钟，以及给16bits的高速PWM提供高达156MHZ时钟，保证无线充电应用的变频、脉宽调制和移相的精度，内置看门狗（watchdog）电路。

3.2 USB Type C 和 PD

3.2.1 USB Type C 之总线终端与检测

Type-C源级上拉电阻(Rp)是由一个可配置的电流源实现的，以发布电流能力。附加/分离检测由不同阈值电压的多个比较器完成来满足Type-C规范。芯片内置下拉电阻(Rd)可配。

当Type-C要作为sink时，可关闭上拉电阻，开启下拉电阻，上电默认Type-C开启下拉电阻。

当Type-C要作为source时，则关闭上拉电阻，开启上拉电阻使能，配置对应的电流能力。

当Type-C要作为DRP模式时，通过切换上下拉电阻，采样CC1/CC2的电平来确定sink/source。

进入低功耗模式后，Type-C会自动检测设备插入，并且唤醒MCU。

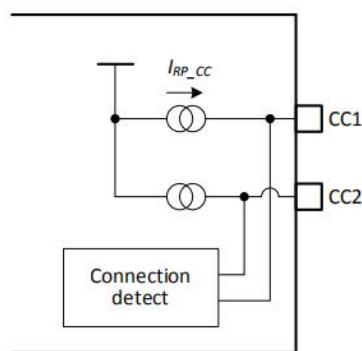


图3.2.1

3.2.2 VCONN

VCONN通过内部MOS管开关，把VDD的输出供电给E-marked电线，最大输出功率为100mW。VCONN的开关由芯片上的MCU来控制，在读到E-marked电线之后可以断开以降低功耗。

3.2.3 USB BC1.2、QC3.0、QC4.0

芯片支持USB电池充电协议1.2版本和高压充电协议HVDCP（高压专用充电接口）QC3.0。HVDCP在D+和D-上利用USB BC1.2兼容的信令，以协商VBUS上的电压请求。QC3.0向后兼容快充1.0和2.0。快充3.0提供了更细小的电压范围：从3.6V到20V，每增加200mV。

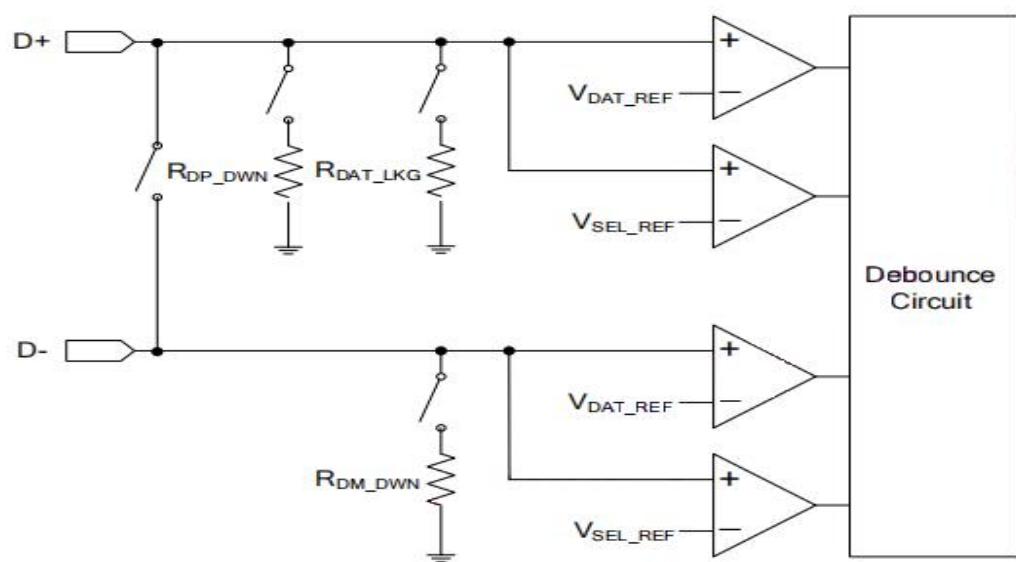


图3.2.3 USB 接口 D+, D- 内部线路示意图

3.3 无线充电

3.3.1 全桥控制PWM

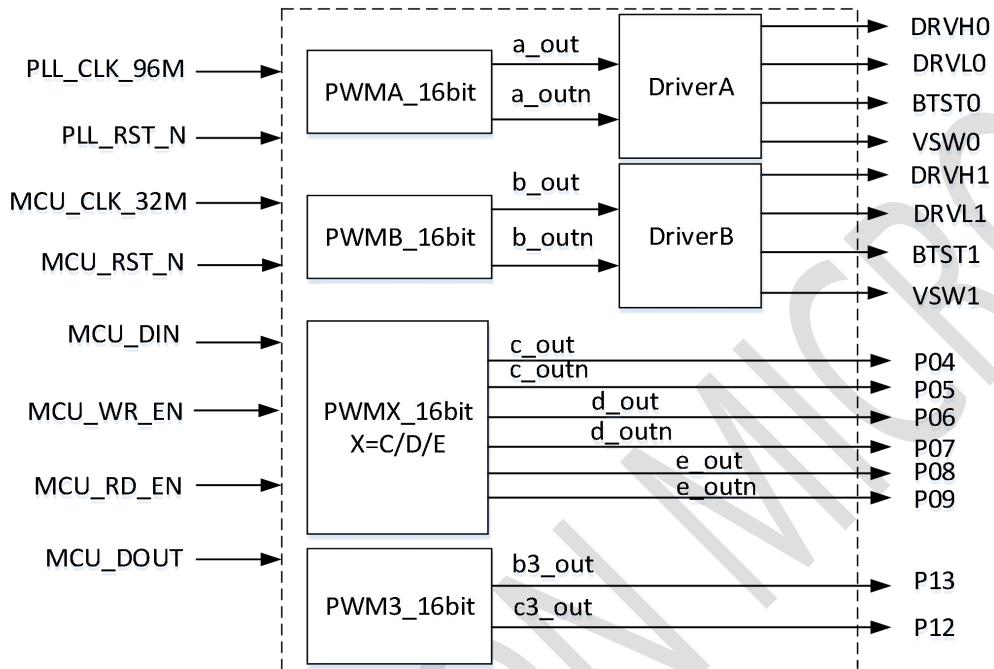


图3.3.1 全桥控制PWM图

PWM采用156MHz频率设计，集成5路PWM输出组成，分别是A/B, C/D, E（本文使用i来代表A/B/C/D/E），其中ABC互补输出，分别是i_OUT/i_OUTN, D, E单端输出。其中A/B路集成内部Driver A 和Driver B。

特性描述：

- 每一路A/B, C/D, E有一个16位向上自动装载计数器，16位可配置的周期 / 占空比以及8位死区寄存器；
- 允许在指定数目的计数器周期之后更新定时器寄存器重复计数；
- A/B, A/C, C/D, 可以分别组合成全桥，三路全桥输出，互不干扰，每一组保持同步，可以移相、调脉宽，死区，注A/C也可以组合成全桥；
 - 其中A/B组成全桥，两者共用A路的周期、占空比，死区使用各自的，B路以A路为基准，可以进行移相；
 - 其中A/C组成全桥，两者共用A路的周期、占空比，死区使用各自的，C路以A路为基准，可以进行移相，其中C路所使用的资源为B路，C路的资源复用到D路上，可以独立工作；

- 其中C/D组成全桥，两者共用C路的周期、占空比，死区使用各自的，D路以C路为基准，可以进行移相。
- A/B/C可以组成4路pwm互补输出，
 - 共用A路的A_COUNT、周期；
 - 占空比、死区分别使用各自的；
 - C路的资源复用到D路；
- 刹车输入，支持硬件刹车以及软件刹车；
- 每一路i_OUT/i_OUTN各自有输出使能控制；
- 支持在线动态改变周期、占空比、死区以及360度移相寄存器等，确保周期的完整性；

PWM3_16BIT是由二路独立PWM输出组成，分别是B3_OUT/C3_OUT。

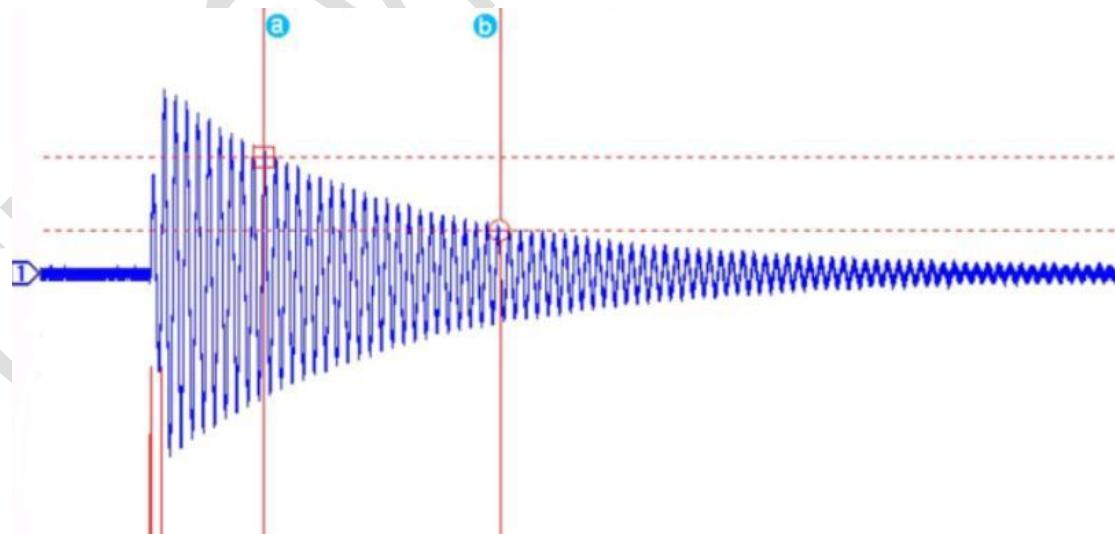
PWM3_16BIT有一个16位的A_COUNT自动装载计数器组成。

特性描述：

- 基本的定时；
- 支持同时驱动2路PWM波形输出。

3.4 Q值检测

开启半桥驱动上管，使LC存储一定能量后开启半桥驱动下管，LC电路自振放电，形成一个高频的按照指数衰减的震荡，波形如下图所示：



检测Va、Vb峰值电压，并记录中间脉冲数N，用下面格式算出电路Q值。

$$Q \text{ 值公式: } Q = (2 \pi f) \cdot L/R = (Nb-Na) \cdot \pi / \ln(Va/Vb)$$

3.5 模拟ping

CV90367C会向LC发送一个很短的脉冲，LC就会发生震荡。当有RX接近时，LC的震荡幅值就会改变，从而检测到有RX。模拟ping可以大幅降低TX待机的平均功耗。

3.6 硬件过压保护

CV90367C内置硬件过压保护电路。使芯片具备快速触发保护机制，避免因异常（如异物）情况造成线圈谐振电压过高而对发射系统器件和接收设备受到高压冲击。CV90367C具有三重过压保护机制，第一层为软件保护，当VC电压达到或接近软件预设保护电压时，软件将停止增加发射能量；当VC电压经过R1/R2分压值高过比较器N端电压（3.3V）时，硬件保护机制触发，OVP信号将产生Half Bridge Lock信号，将全桥工作模式锁定为半桥（Q3关闭、Q4常开），此时，Tx发射能量减半，同时产生OVP中断，如果此时TX接收RX通讯信号正常，VC电压不再持续升高，软件可决定系统是否恢复正常充电；如果在半桥工作模式下VC电压持续升高，系统将触发第三重保护，关闭Q1、Q3，同时常开Q2、Q4 MOSFET进入放电状态。

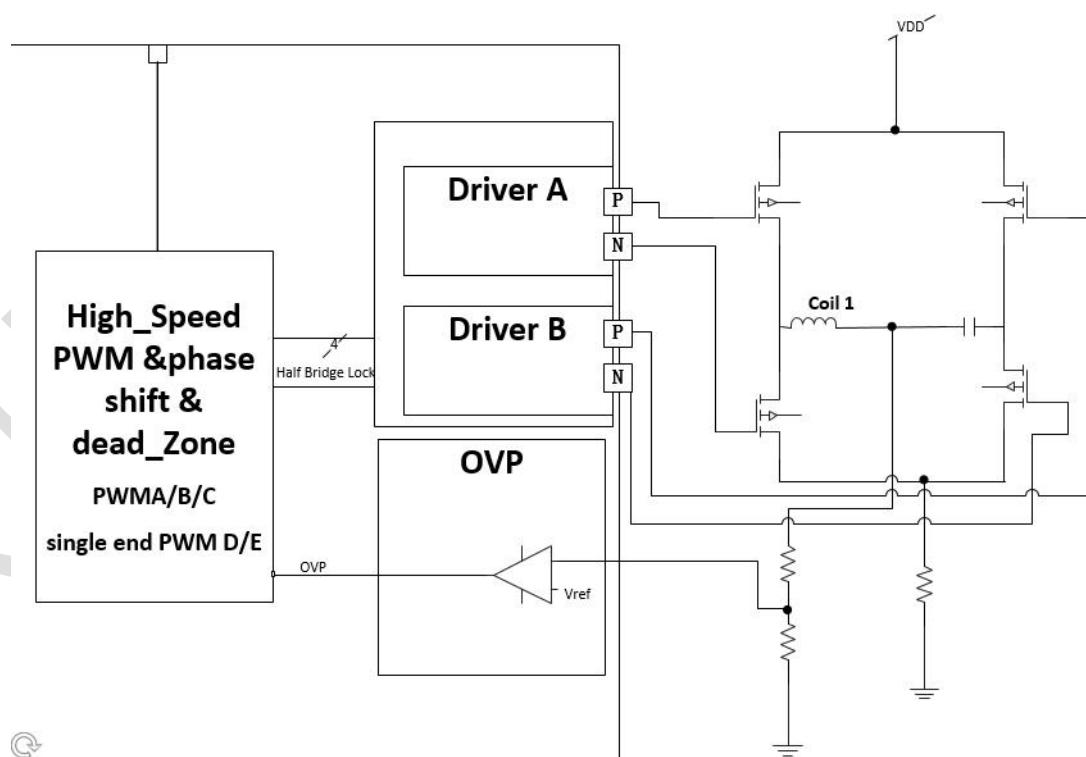


图3.6.1硬件保护电路框图

3.7 异物检测功能

CV90367C使用Q值和功率损耗两种方法进行检测异物，精准快速的做出判断和保护：

- Q值检测：当TX检测的Q值比预设值低时，会快速的发出FOD报警；
- 功率损耗：CV90367C内有高精度ADC，当TX的功率比RX收到的功率大于设定的值时，TX会做出精准的判断和FOD保护。

电流流过导线会因导线本身的电阻而引起压降；为了补偿这个压降，一个补偿电流源会按照负载电流的大小，按比例注入VFB管脚。

3.8 保护电路

3.8.1 OVP和UVP

见图3.10.1 VCC的电压，和由DAC产生的参考电压比较，产生过压和欠压的讯号。同时，MCU会被中断，外面负载开关的控制讯号GATE会被移走，负载开关断开。

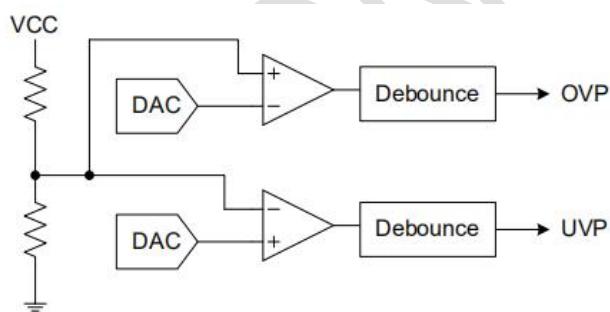


图3.8.1

3.9.2 过流保护

负载电流讯号会被电流检测放大器放大，然后由ADC转换成数据。过流的触发点和去抖动时间，都可以用凝件更改。

3.9.3 过温保护

芯片外面的过温保护是由一个恒流源和一个电压比较器来实现。电流源流出管脚后，在NTC热敏电阻上产生压降。当此电压低于内部设定的参考电压VOTP时，比较器输出便会报警，把GATE讯号关掉，并向MCU产生中断讯号。管脚的电压同时也可用ADC来测量。

NTC热敏电阻应选用B值为4100K的200KΩ或100KΩ电阻。过温保护之触发点

可选95°C, 105°C, 115°C或125°C。

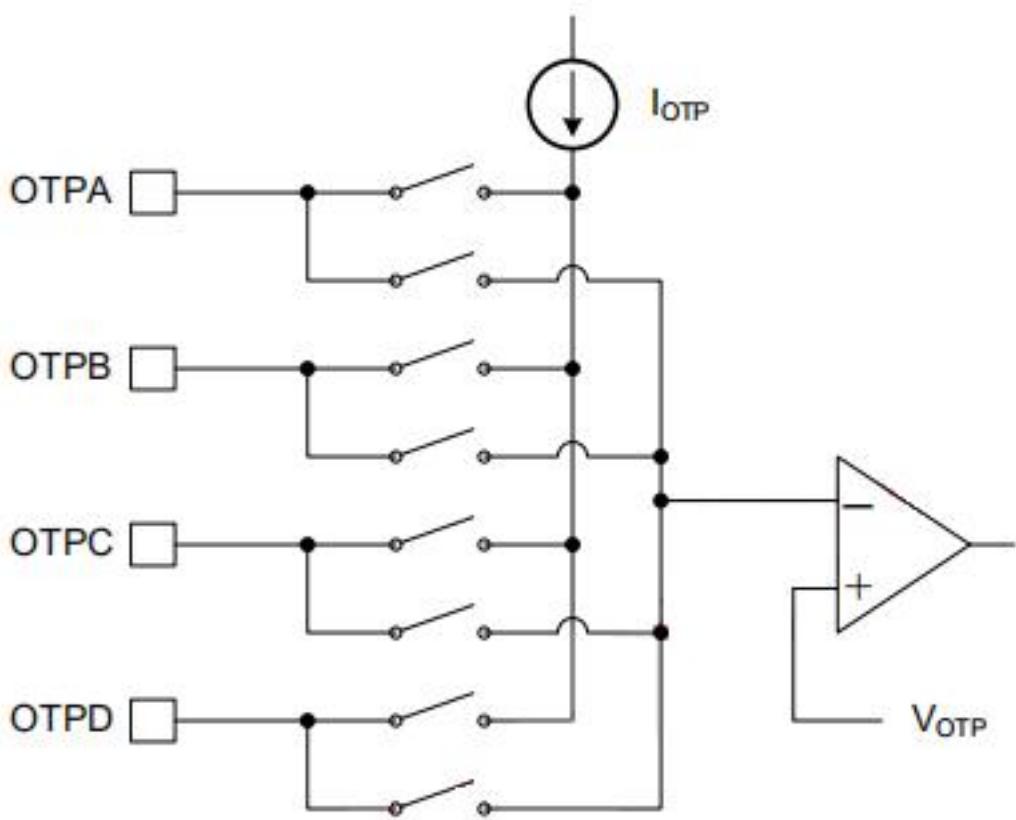


图3.9.3外接温度检测元件示意图

3.10 芯片温度检测

芯片自带温度检测电路，数据经MCU读取之后，会按照应用本身的要求来决定是否产生过温保护。

3.11 ADC模数转换

芯片上的数模转换为12位的精度，支持超过20通道的复用，其中P16, P17, GPIOC-F, GPIOH-K, ISP和ISN皆可通过MCU程序接到ADC的复用输入。

3.12 外接负载开关的驱动讯号

芯片外面VCC与VBUS之间，有一NMOS功率管作为开关。参考第5段“典型应用原理图”。开关导通时，其栅极必须比VCC的电压为高。芯片内部的电荷泵，会产生足够的栅极电压，在需要时把开关打开。

3.13 GPIO

所有GPIO皆可设定成输入或者输出。

3.14 看门狗计时器

看门狗定时器可用于检测CPU故障，如噪声、电压干扰、断电等引起的软件死锁圈。看门狗定时器内部计数器溢出时，会产生复位信号，复位CPU。

3.15 重置

芯片有下列的重置讯号：

- 上电重置 (POR)；
- 1.8V 稳压器输出过低重置；
- VCC 电源欠压保护 (UVLO)
- VDD 电压过低重置；
- 看门狗定时器重置
- 程序计数器溢出复位

4 电气特性

4.1 极限参数

基于环境温度25°C

参数	符号	最小值	最大值	单位
电压范围	BST0, BST1, DRH0, DRH1, GATE USB, GATE1, GATE2	-0.3	30	V
	VSW0, VSW1, VBAT, VBUS, VOUT, PGATEUSB	-0.3	24	V
	CC1, CC2	-0.3	20	V
	DM, DP	-0.3	12	V
	Other I/Os	-0.3	6	V
	DVDD	-0.3	2	V
结温范围	TJ		125	°C
存储温度范围	Tstg	-40	150	°C
热阻（结温到环境）	θ JA	TBD		°C/W
人体模型 (HBM)	ESD	-2000	2000	V

4.2 推荐工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	VCC,	3		20	V
I/O电压范围	CC1, CC2	0	5	5.5	V
待机功耗	Istandby			28	uA
工作温度范围	TA	-40		85	°C

4.3 直流参数 (Vcc=20V, 工作温度-20°C到+105°C)

4.3.1 电源 (Vcc, Vdd)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	VCC		2.8		20	V
VCC电流, 正常工作	ICC_OPR1	VCC≥4.5V, 输出无负载, MCU工作频率在16MHz		6		mA
VCC电流, 正常工作	ICC_OPR2	VCC<4.5V, 输出无负载, MCU 工作频率在16MHz		4		mA
待机功耗, MCU停运	ICC_STDBY	CC1或CC2悬空				mA
VCC欠压保护	VUVLO	CC1或CC2接5.1K下拉电阻				mA
		VCC上升			2.7	V
		VCC下降	2.6			V
内置稳压输出	VDD		4.75	5	5.25	V

4.3.3 过压和欠压保护 (OVP, UVLO)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
欠压电压触发点	UVLO				2.7	V
OVP步距	VOVP_STEP			0.1		V
OVP触发点误差	Δ VOVP				±5	%
UVP电压触发点	VUVP				35	V
UVP步距	VUVP_STEP			0.1		V
UVP触发点误差	Δ VUVP				±5	%

4.3.4 过流保护 (OCP)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
OCP触发点	IOCP	$R_s = 5m\Omega, Av = 80$	0.5		6.4	A
OCP步距	$\Delta IOCP$	$R_s = 5m\Omega, Av = 80, IOCP=3.6A$		0.1		A

4.3.5 ADC

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
ADC精度	NADC			12		bit
ADC INL	INLADC	$T_a = 25^\circ C, V_{in} = 2.5V$			± 5	LSB
ADC DNL	DNLADC	$T_a = 25^\circ C, V_{in} = 2.5V$			± 5	LSB
ADC参考电压	VREF_ADC	可选2.56v/4.3v		2.56		V
		$T_a = 25^\circ C, V_{CC} = 5V$		4.3		

4.3.6 CC1, CC2

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BMC发射输出高电平	VOH_CC		1.05	1.125	1.2	V
BMC发射输出低电平	VOL_CC				0.075	V
BMC接收输入高电平	VIH_CC		0.67		1.45	V
BMC接收输入低电平	VIL_CC		-0.25		0.43	V
BMC发射输出阻抗	ZDriver_CC		33		75	Ω
BMC接收输入阻抗	ZBMCRX_CC		1			$M\Omega$
CC1, CC2上拉电流	IRP_CC	0.5A电流量@5V		80		μA
		1.5A电流量@5V		180		μA
		3.0A电流量@5V		330		μA
CC1, CC2插入检测电平	VRd_CC	0.5A电流量@5V		1.6		V
		1.5A电流量@5V		1.6		V
		3.0A电流量@5V		2.6		V

4.3.7 VCONN

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCONN电压	VCONN	VCC = 5V, IVCONN = 0mA		4.85		V
		VCC = 5V, IVCONN = 30mA		3.39		V

4.3.8 USB 口 D+, D- 端

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
数据检测电压	VDAT_REF		0.25	0.35	0.4	V
输出选取电压	VSEL_REF		1.8			V
D+/D-下拉电阻	RDWN		14.25		24.8	KΩ
DCP模式时， D+, D-之间电阻	RDCP_DAT			30	40	Ω

4.3.9 外接温度检测

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
过温检测电流源	IOTP			20.5		μA

4.3.10 片上温度检测

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
内部温度检测精度	TTS				±10	℃

4.3.11 GPIO

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出低电平	VOL_GPIO10m	IOL = 10mA, VDD = 5V ISP, ISN, IFB, VFB, GPIOB, GPIOE-F, GPIOH-K, P16, P17			0.5	V
		IOL = 10mA, VDD = 5V GPIOC, GPIOD, CATH			0.4	V
GPIO输出高阻漏电	IZ_GPIO				10	μA
输入高电平 VTHS=0	VIH	ISP, ISN, IFB, VFB, GPIOB, GPIOE-F, GPIOH-K, P16, P17	0.8*VDD		VDD	V
		CATH, GPIOC, GPIOD	0.8*VDD		VCC	V
输入低电平 VTHS=0	VIL	ISP, ISN, IFB, VFB, GPIOB, GPIOE-F, GPIOH-K, P16, P17 CATH, GPIOC, GPIOD	0		0.2*VDD	V
输入高电平 VTHS=1	VIH	ISP, ISN, IFB, VFB, GPIOB, GPIOE-F, GPIOH-K, P16, P17	0.52*VDD		VDD	V

		CATH, GPIOC, GPIOD	0.52*VDD		VCC	V
输入低电平 VTHS=1	VIL	ISP, ISN, IFB, VFB, GPIOB, GPIOE-F, GPIOH-K, P16, P17 CATH, GPIOC, GPIOD	0		0.13*VDD	V

4.4 交流讯号特性 (Vcc=20V, 温度从-20°C到+105°C)

4.4.1 内部振荡器

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
主振荡器频率	Fosc _m			16		MHz
低频时钟振荡器	Fosc _a			64		KHZ

4.4.2 USB-PD BMC发射和接收

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BMC数据速率	f _{BMC}		270	300	330	KHz
BMC 讯号发射上升时间	t _{RISE_BMC}		300			ns
BMC 讯号发射下降时间	t _{FALL_BMC}		300			ns
最后上升沿到终止驱动时间	t _{HOLD_BMC}		1			μs
从最后一位数据到下一数据包首位数据之时间	t _{IFG_BMC}		25			μs
从最后一位数据到终止驱动之时间	t _{END_EM}				23	μs
BMC接收频宽限制窗口	t _{RXFTR_BMC}		100			ns
检测非闲置之时间窗口	t _{NIDLE_BMC}		12		20	μs
离开闲置状态所需之电平转变	N _{NIDLE_BMC}		3			
BMC发射为“1”之脉宽	t _{PULSE1_BMC}	T _a = 25°C, CC 总电容 = 1010pF, CC 管脚串联电阻 = 47Ω	1.4		1.8	μs

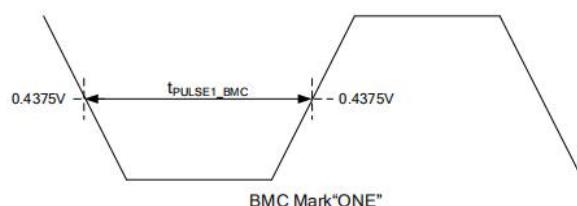


图 4.4.2a BMC 时间图

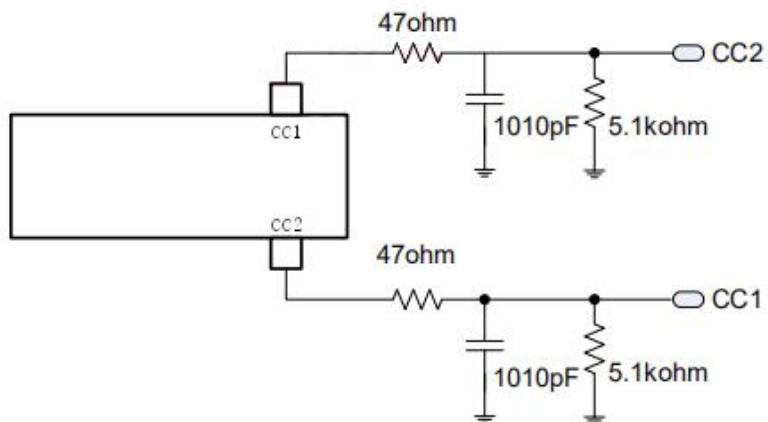
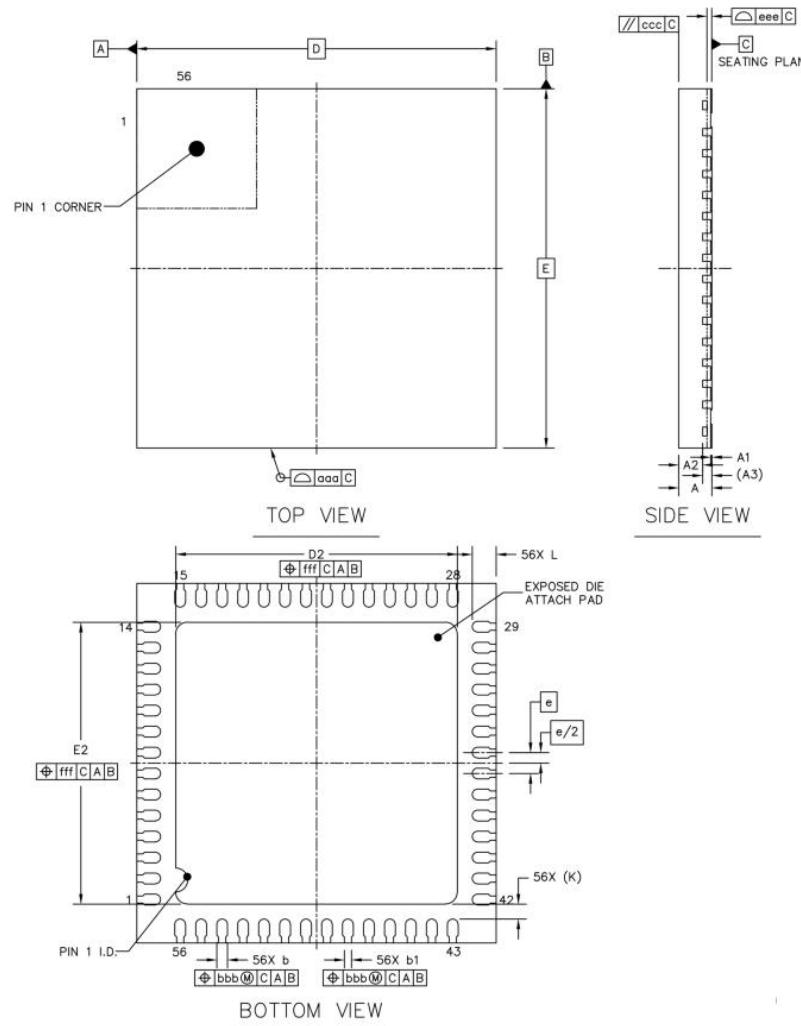


图 4.4.2b BMC 发射“1”讯号脉宽之测试电路

5 封装尺寸

产品型号	封装形态	防潮等级	包装方式	最小包装数量
CV90367C	QFN56 (6.00 * 6.00 * 0.85 mm)	3级	卷带	3000 颗



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.80	0.85	0.90
A1	-	0.02	0.05
A2	-	0.4	-
A3	0.152REF		
b	0.13	0.18	0.23
b1	0.07	0.12	0.17
D	5.9	6	6.1
E	5.9	6	6.1
D2	4.6	4.7	4.8
E2	4.6	4.7	4.8
e	0.35BSC		
L	0.30	0.40	0.5
K	0.25REF		

6 Qi2.0 应用原理图

