SW2325 快充协议控制器

1. 概述

SW2325 是一款高集成度的 Type-C 口/Type-A 口快充协议控制器，内嵌 ARM Cortex-M0 内核，最高工作频率为 40MHz，内置 64KB eFlash 、4KB SRAM，并支持 I2C 和 UART 通用外设接口。SW2325 集成了 Type-C 接口逻辑，USB PD PHY，SCP PHY 以及 QC/PE/SFCP/TFCP 等快充协议的检测电路，并集成光耦反馈和 FB 反馈驱动电路、NMOS 和 PMOS 驱动电路以及 CV/CC 控制环路。SW2325 内置多种安全保护功能，配合 ACDC 或 DCDC 以及少量的外围元器件，即可组成完整的高性能的 Type-C 口/Type-A 口快速充电解决方案。

2. 规格

- **系统控制**
  - Cortex-M0 CPU，频率最高 40MHz
  - 64K Byte 车规 eFlash，10K 次烧写
  - 4K Byte SRAM
  - I2C Master
  - I2C Slave
  - UART
  - 支持在线升级，签名认证，固件加密
  - 功率和电压档位灵活配置
  - 支持动态功率分配
  - 支持多路 GPIO 和 ADC
- **快充协议**
  - 支持 PPS/PD3.0/PD2.0
  - 支持 QC5/QC4/QC3+/QC3.0/QC2.0
  - 支持 FCP/SCP
  - 支持 AFC
  - 支持 PE1.1/PE2.0
  - 支持 SFCP
  - 支持 TAF 移动终端融合快速充电技术规范
- **BC1.2 模块**
  - 支持 BC1.2 DCP 模式
  - 支持苹果 2.4A 模式识别
  - 支持三星 2A 模式识别
- **QFN-20(4x4mm) 封装**
- **Type-C 接口**
  - 内置 USB Type-C 接口逻辑
  - 支持 DFP/Source 角色
  - 支持 VCONN
  - DP/DM/CC1/CC2 耐压大于 25V
- **保护机制**
  - 软启动
  - 输出过压保护
  - 输出欠压保护
  - 输入低电保护
  - 输出过流保护
  - 芯片过温保护
  - NTC 过温保护
  - DP/DM/CC1/CC2 过压保护
  - DP/DM/CC1/CC2 弱短路保护
- **电源管理**
  - 宽输入电压范围 3.0~30V
  - 支持光耦反馈控制
  - 支持 FB 反馈控制
  - 集成 CV 和 CC 环路
  - 集成 VBUS 和 VIN 快速放电
  - 支持线路阻抗补偿
  - 支持 NMOS/PMOS 通路管

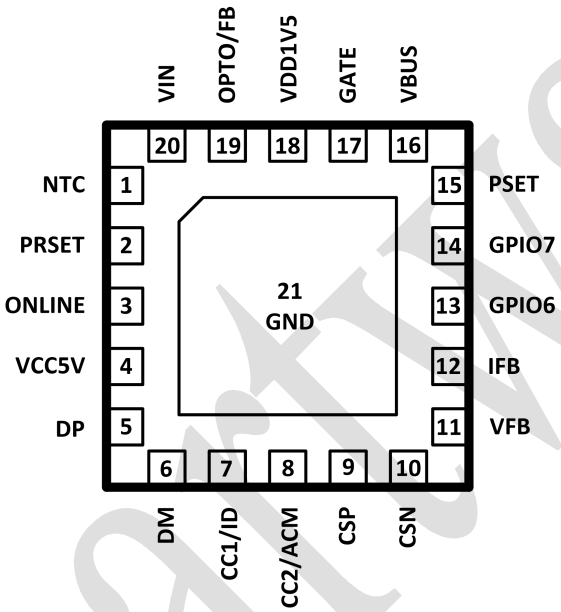
ismartware

3. 应用领域

- 车充
- 适配器
- 插排

4. 引脚定义及功能描述

4.1. 引脚定义



4.2. 引脚描述

Pin	Name	Function Description
1	NTC	NTC 检测。
2	PRSET	降功率档位配置。
3	ONLINE	多口应用中其他口在线检测。
4	VCC5V	VCC，芯片 5.0V 电源，外挂 1uF 电容。
5	DP	USB 口的 DP 引脚。
6	DM	USB 口的 DM 引脚。
7	CC1	Type-C 口的 CC1；Type-A 口的 ID。
8	CC2	Type-C 口的 CC2；复用成识别 A 口模式或 C 口模式的检测引脚。
9	CSP	检流正输入端。
10	CSN	检流负输入端。
11	VFB	电压环路补偿。
12	IFB	电流环路补偿。

13	GPIO6	通用 GPIO。
14	GPIO7	通用 GPIO。
15	PSET	总功率档位配置引脚。
16	VBUS	VBUS 检测和 VBUS discharge。
17	GATE	通路管驱动。
18	VDD1V5	VDD，芯片 1.5V 电源，外挂 1uF 电容。
19	OPTO/FB	光耦驱动；FB 反馈端的驱动。
20	VIN	芯片的供电和 VIN discharge。
EPAD	GND	电源地。

5. 极限参数

Parameters	Symbol	MIN	MAX	UNIT
输入电压	VIN	-0.3	30	V
输出电压	VBUS	-0.3	22	V
通路控制	GATE	-0.3	28	V
光耦驱动	OPTO	-0.3	28	V
内部电源	VCC	-0.3	5.5	V
内部电源	VDD	-0.3	1.65	V
接口通信	CC1/CC2/DP/DM	-0.3	28	V
其它管脚电压	/	-0.3	6	V
结温	/	-40	+150	°C
存储温度	/	-60	+150	°C
ESD（HBM）	/	-4	+4	KV

【备注】超过此范围的电压电流及温度等条件可能导致器件永久损坏。

6. 推荐参数

Parameters	Symbol	MIN	Typical	MAX	UNIT
输入电压	VIN	3.0		25	V

7. 电气特性

（除特别说明，T_A= 25°C。）

Parameters	Symbol	Test Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
供电电源						
VIN 输入电源	V_{IN}		3.0		25	V
VIN 输入欠压门限	V_{IN_UVLO}	VIN 输入电压下降	2.9	3.0	3.1	V

VCC 输出电压	V_{CC}	V_{IN}=5V	4.9	5.0	5.1	V
VCC 输出电流	I_{CC}	V_{IN}=5V	70	80	90	mA
VDD 输出电压	V_{DD}	V_{IN}=5V	1.35	1.5	1.65	V
Type-C 接口						
空载功耗	$I_{C\text{-}sleep}$	Type-C 连接，I_{OUT}=0mA，且无协议沟通		2.6		mA
待机功耗	$I_{C\text{-}standby}$	Type-C 断开连接		330		uA
CC 管脚输出电流	I_{CC_SOURCE}	Power Level=1.5A	170	180	190	uA
	I_{CC_SOURCE}	Power Level=3.0A	315	330	345	uA
BMC 码率	$f_{BitRate}$		270	300	330	Kbps
BMC 幅度	V_{Swing}		1.050	1.125	1.200	V
TX 输出阻抗	Z_{Driver}		30	54	70	Ω
BC1.2 DCP 模式						
Apple 2.4A mode	V_{DP}/V_{DM}	Apple 2.4A mode 电压	2.65	2.7	2.75	V
	R_{DP}/R_{DM}	Apple 2.4A mode 阻抗	27	30	33	KΩ
Samsung 2A mode	V_{DP}/V_{DM}	Samsung 2A mode 电压	1.15	1.2	1.25	V
	R_{DP}/R_{DM}	Samsung 2A mode 阻抗	90	100	110	KΩ
HVDCP						
DATA 检测门限	V_{DATA_REF}		0.3	0.325	0.35	V
DP 高 glitch 时间	$T_{GLITCH_DP_H}$		1000	1250	1500	ms
DM 低 glitch 时间	$T_{GLITCH_DM_L}$		2.0	2.5	3.0	ms
输出电压 glitch 时间	T_{GLITCH_CHANGE}		20	40	60	ms
连续模式 glitch 时间	$T_{GLITCH_CONT_CHANGE}$		140	190	240	us
DP 下拉电阻	R_{DAT_LKG}	V_{DP}=0.6V	300	900	1500	KΩ
DM 下拉电阻	R_{DM_DOWN}	V_{DM}=0.6V	18	20	22	KΩ
过压和欠压保护						
输出过压门限	$Vbus_{OVP}$	相对于目标输出值	+1.8	+2	+2.2	V
输出欠压门限	$Vbus_{UVP}$	相对于目标输出值	-2.7	-3	-3.3	V
芯片过温保护						
芯片过温门限	T_{SHDT}	温度上升	105	105	135	℃
芯片过温迟滞	T_{SHDT_HYS}	温度下降	65	70	75	℃
GPIO						

输入高电平	V_{IH}		2.5			V
输入低电平	V_{IL}				0.8	V
输出高电平	V_{OH}		4.5	5		V
输出低电平	V_{OL}			0	0.3	V
上拉电阻	R_{PU}			10		KΩ
下拉电阻	R_{PD}			10		KΩ
I2C Slave						
时钟频率	F_{I2C_SLAVE}			100	400	KHz
I2C Master						
时钟频率	F_{I2C_MASTER}		80	333	800	KHz

8. 功能描述

8.1. Power 系统

VIN 是芯片的供电输入，连接 AC-DC 或者 DC-DC 的输出端，用于给芯片和负载设备供电。其内部有放电通路，用于特定情况下的快速放电。

VCC 是内部 VCC LDO 输出的 5.0V 电源，主要用于芯片内部模拟电路供电。

VDD 是内部 VDD LDO 输出的 1.5V 电源，主要用于芯片内部数字电路供电。

8.2. 反馈模式

VFB 引脚接补偿网络到 OPTO/FB 引脚，可以配置成光耦反馈模式，OPTO/FB 引脚用于驱动光耦二极管。

VFB 引脚接地，可以配置为 FB 反馈模式，OPTO/FB 引脚连接 AC-DC 或 DC-DC 的电阻反馈节点。

I2C 反馈模式下，OPTO/FB 引脚可以悬空，VFB 和 IFB 分别复用成 I2C Master 的 SCK 和 SDA。

8.3. 环路控制

SW2325 在光耦反馈模式下，自带恒压控制环路 (CV)和恒流控制环路(CC)。两个环路叠加的输出连接 OPTO/FB 引脚，用于驱动光耦，控制功率级的环路，类似于 TL431 的功能。CV 环路补偿通过 VFB 引脚和 OPTO/FB 引脚之间的补偿电路实现，而 CC 环路补偿通过 IFB 引脚和 OPTO/FB 引脚之间的补偿电路实现的。在实际应用中可调整器件参数来改善环路的稳定性以及响应速度。

8.4. 接口模式

SW2325 支持 Type-C 和 Type-A 两种接口。CC2/ACM 引脚接到 VCC，可以配置为 Type-A 口；否则配置为 Type-C 口。

8.5. Type-C 接口

SW2325 集成了 Type-C 接口控制器，支持 DFP/Source 角色，当 UFP 设备接入时自动对其放电，UFP 设备移出时自动关闭通路。

当 UFP 设备连接时，SW2325 将会在 CC 引脚上广播 3A/1.5A 电流能力。

8.6. 通路控制

SW2325 内部集成通路管驱动电路，支持 NMOS 和 PMOS。该驱动电路会自动检测外部通路管的类型然后切换到相应的驱动方式。

8.7. BC1.2 功能

SW2325 包含了 USB 智能自适应功能模块，支持 BC1.2 功能，以及中国手机充电器标准，并兼容苹果的大电流输出识别：

Apple 2.4A mode: DP=2.7V, DM=2.7V;

Samsung 2A mode: DP=1.2V, DM=1.2V。

8.8. PD 快充

SW2325 集成了 PD PHY，支持 PPS/PD3.0/PD2.0，PDO 软件可灵活配置。

8.9. QC 快充

SW2325 集成了 QC 快充协议，支持 QC5/QC4/QC3+/QC3.0/QC2.0，支持 ClassA/ClassB。 QC2.0 支持 5V/9V/12V/20V。QC3.0 支持 3.6V~20V，200mV/Step。QC3+支持 3.6V~20V，20mV/Step。

QC2.0/QC3.0 根据 DP/DM 电压请求相应的输出电压，如下表：

接入设备		SW2325	
DP	DM	VOUT	Note
3.3V	3.3V	20V	
0.6V	0.6V	12V	
3.3V	0.6V	9V	
0.6V	3.3V	连续模式	200mV/Step
0.6V	GND	5V	

8.10. AFC 快充

SW2325 集成了 AFC 快充协议，输出支持 5V/9V/12V。

8.11. FCP 快充

SW2325 集成了 FCP 快充协议，输出支持 5V/9V/12V。

8.12. 高低压 SCP 快充

SW2325 集成了高低压 SCP 快充协议，输出支持 5V@4.5A、4.5V@5A、10V@2A。

8.13. PE 快充

SW2325 集成了 PE2.0 及 PE1.1 快充协议，PE2.0 输出支持 5V~20V，500mV/Step。PE1.1 输出支持 5V/7V/9V/12V。

8.14. SFCP 快充

SW2325 集成了 SFCP 快充协议，输出支持 5V/9V/12V。

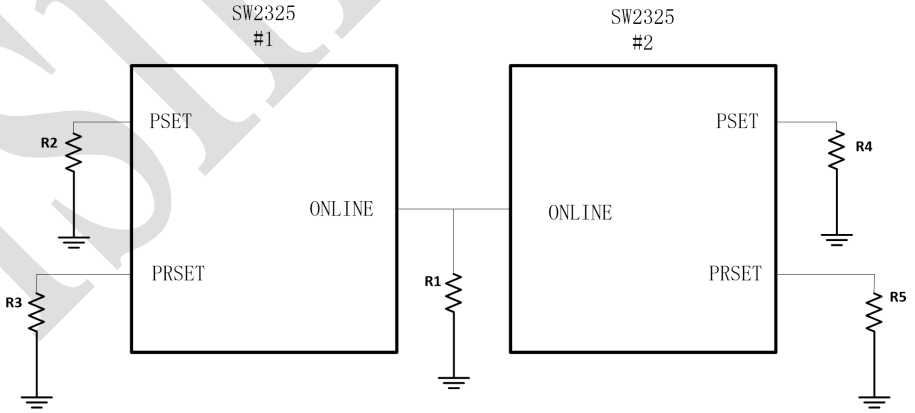
8.15. ADC

SW2325 集成了 12 bit ADC，分别对输入 VIN 电压、PSET 电压、充电电流（ICH）、PRSET 电压、VBUS 电压、NTC 电压、ONLINE 和芯片温度（DIET）各通道进行采样。检流电阻的阻值可配置为 5mΩ/10 mΩ，推荐采用 1%精度、1206 封装的合金电阻。为滤除纹波干扰，推荐采用 510Ω和 1μF 组成的 RC 滤波网络。滤波后的信号以差分形式供给 CSP 和 CSN 引脚。ADC 各通路的采样范围和精度如下表：

ADC 通道	采样精度	采样范围
VIN	7.5mV	0~30.720V
PSET	1.2mV	0~4.9152V
ICH	25/12mA @ 10 mΩ 25/8mA @ 5mΩ	0~8.533A 0~12.8A
PRSET	1.2mV	0~4.9152V
VBUS	7.5mV	0~30.720V
NTC	1.2mV	0~130℃
ONLINE	1.2mV	0~4.9152V
DIET	0.5mV	0~200℃

8.16. 功率配置以及动态分配

SW2325 可以通过 PRSET、PSET、ONLINE 三个引脚配置芯片的输出功率。两颗芯片连接示意图如下，当#1 芯片有设备在线时，则往 ONLINE 引脚输出一个电流，#2 芯片在 ONLINE 引脚采样到这个电流则把输出功率改为 PRSET 配置，否则为 PSET 配置。



PSET 和 PRSET 通过电阻配置功率档位的对应关系如下表所示：

配置功率	外挂电阻（1%）
100W	悬空
65W	36.5K Ω
60W	27K Ω
45W	20K Ω
30W	15K Ω
25W	11K Ω
24W	6.8K Ω
20W	3K Ω
18W	接地

8.17. GPIO

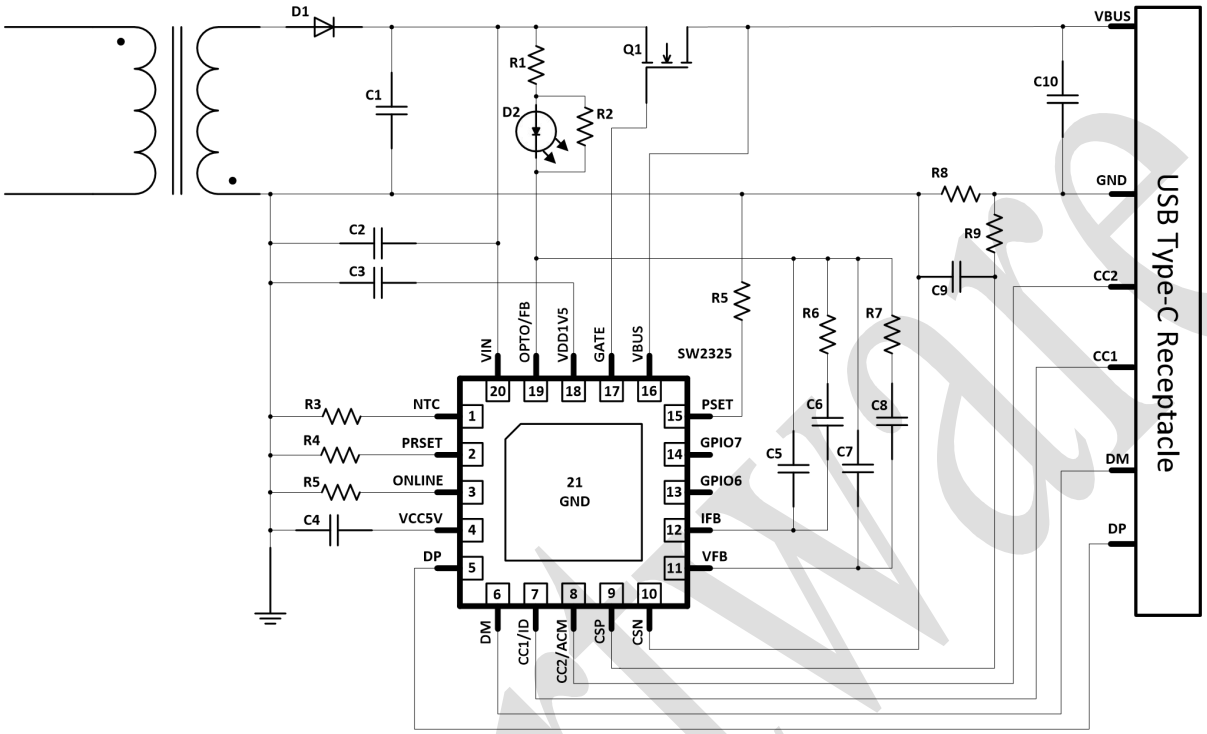
SW2325 最多支持 10 个 GPIO，Pin 对应关系如下表所示：

GPIOx	Pin Name
GPIO0	NTC
GPIO1	ONLINE
GPIO2	IFB
GPIO3	VFB
GPIO4	PSET
GPIO5	PRSET
GPIO6	GPIO6
GPIO7	GPIO7
GPIO8	DP
GPIO9	DM

ismartware

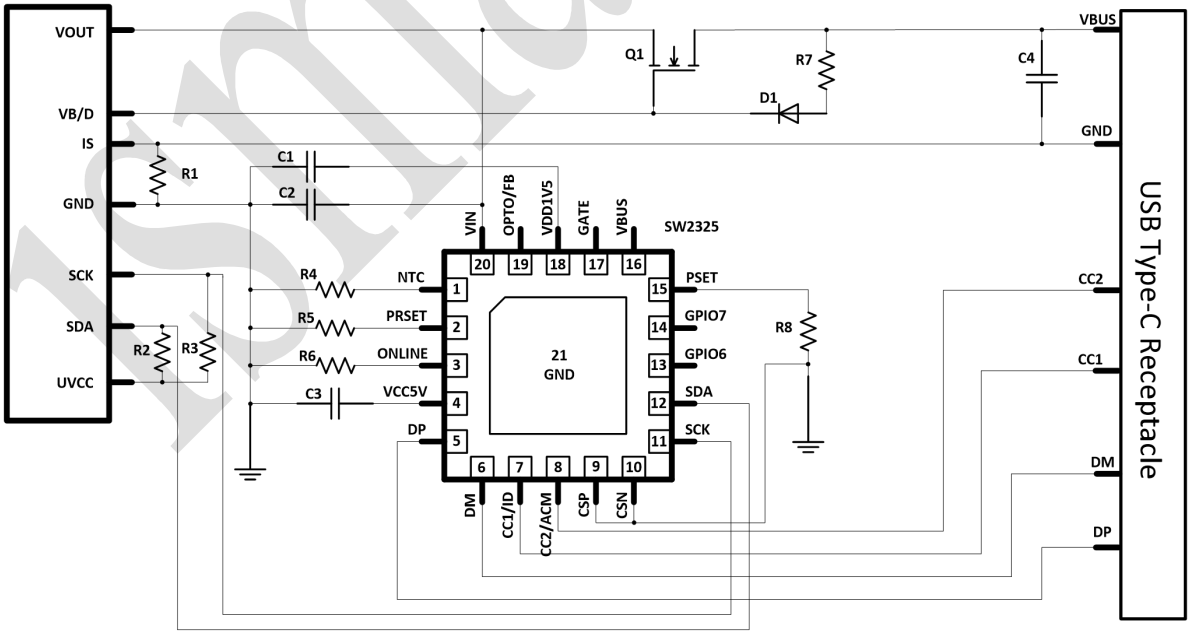
9. 典型应用电路图

9.1. 光耦反馈模式



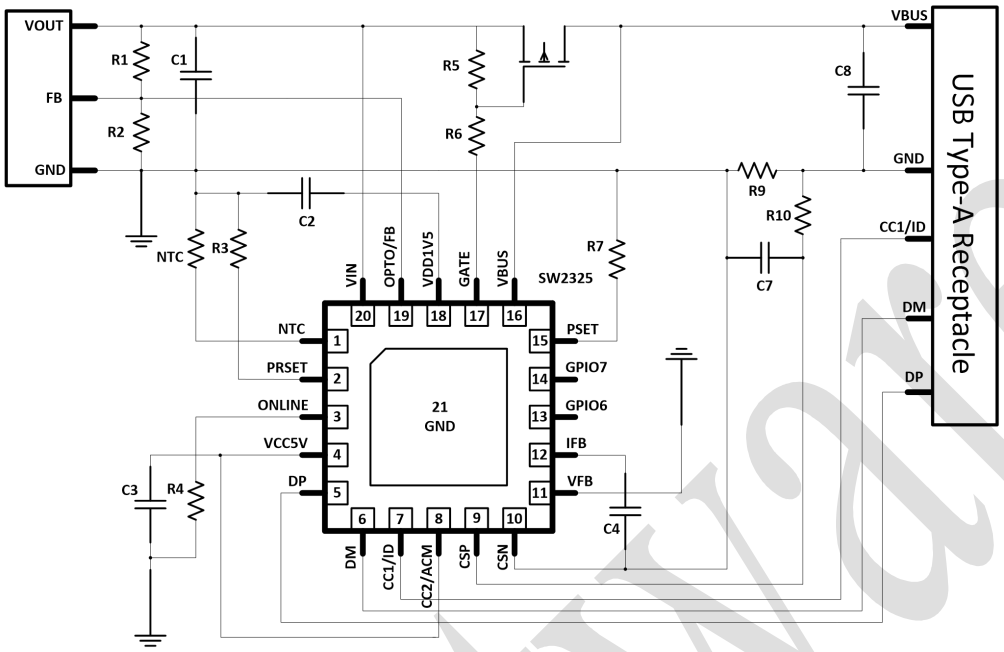
参考 1（光耦反馈模式，NMOS，C 口）

9.2. I2C 模式



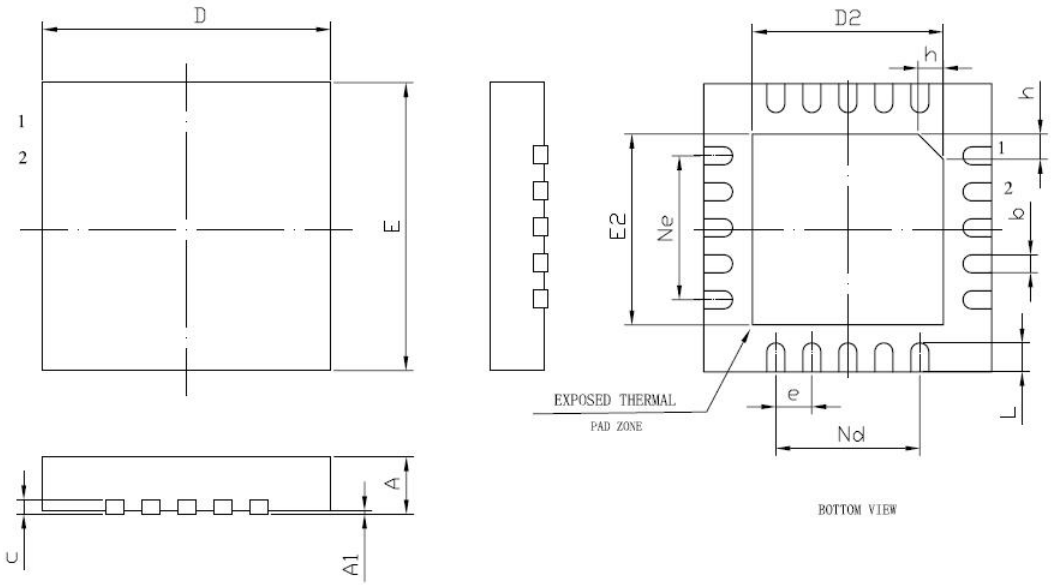
参考 2（I2C 模式，NMOS，C 口）

9.3. FB 反馈模式



参考 3（FB 反馈模式，PMOS，A 口）

10. 封装信息



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	—	0.02	0.05
b	0.18	0.25	0.30

c	0.18	0.20	0.25
D	3.90	4.00	4.10
D2	2.55	2.65	2.75
e	0.50BSC		
Ne	2.00BSC		
Nd	2.00BSC		
E	3.90	4.00	4.10
E2	2.55	2.65	2.75
L	0.30	0.40	0.50
h	0.30	0.35	0.40

11. 版本历史

版本	说明	日期
V1.0	初始版本	2021/05/07
V1.1	修改第 7 章节 HVDCP 电气参数	2021/05/25
V1.2	更新页眉公司 Logo	2021/06/28

ismartware